

Manual de Áreas Verdes



UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FONDO
EDITORIAL



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

Manual de Áreas Verdes



MUNICIPALIDAD DE
LIMA



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FONDO
EDITORIAL

Manual de Áreas Verdes

© Municipalidad de Lima

Jirón Conde de Superunda 141, Cercado de Lima, Lima, Lima

(51 1) 632-1300

www.munlima.gob.pe

© Universidad Científica del Sur S. A. C.

Carretera Antigua Panamericana Sur km 19, Villa El Salvador, Lima, Lima - Perú

(51 1) 610 6400

www.cientifica.edu.pe

fondoeditorial@cientifica.edu.pe

Edición general: Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur

Responsable del Fondo Editorial: Rubén Quiroz Ávila

Editora: Katherine Estrada Aguirre

Diseño e imagen de portada: Municipalidad de Lima

Diagramación: Carmen Huancachoque

Cuidado de textos: Juan Carlos Bondy

Primera edición digital: diciembre de 2022

ISBN: 978-612-4276-34-7

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca: Nacional del Perú N° 202300036

Todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta publicación, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización previa, expresa y por escrito de la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Universidad Científica del Sur.

Índice

Agradecimientos	20
Presentación	21
Módulo 1. Planificación estratégica de las áreas verdes	23
1. Normativa legal vigente	24
2. Definiciones	25
3. Lineamientos de política para la gestión, la conservación y el manejo de áreas verdes y arbolado urbano	27
4. Lineamientos y tendencias internacionales	29
5. Objetivos específicos de la gestión de áreas verdes y arbolado urbano	31
6. Articulación de políticas y planes nacionales para áreas verdes	32
7. Instrumentos de planificación y gestión	34
Módulo 2. Financiamiento de áreas verdes	37
1. Norma legal vigente	39
2. Fuente de financiamiento de las áreas verdes públicas	40
2.1. Fuentes de financiamiento de áreas verdes distritales	42
2.2. Fuentes de financiamiento de áreas verdes provinciales	43
2.3. Fuentes de financiamiento posibles para nuevas áreas verdes provinciales y regionales en Lima Metropolitana	48
Módulo 3. Diseño de áreas verdes	51
1. Diseños clásicos de jardinería	52

2.	Jardín histórico	52
2.1.	Antigüedad	52
2.2.	Época feudal	53
2.3.	Época moderna	54
3.	Diseños de áreas verdes en Perú	57
4.	Estilos de jardines	61
5.	Diseño o proceso de diseño	62
5.1.	Análisis	63
5.2.	Evaluación	63
5.3.	Síntesis	63
6.	Lineamientos para el diseño de las áreas verdes	63
7.	Procedimiento para diseñar áreas verdes	64
8.	Aspectos a tener en cuenta en el diseño de un área verde	64
9.	Requisitos importantes en el diseño de un área verde	65
10.	Pasos a seguir para el desarrollo del proyecto de diseño de áreas verdes	68
11.	Elaboración del proyecto de jardín	69
11.1.	Documentos usados para elaborar un proyecto de jardín simple	69
11.2.	Documentos usados para elaborar un proyecto de jardín para profesionales	69
11.3.	Actividades generales que se realizan en la ejecución del proyecto de jardín	75
Módulo 4. Proceso de establecimiento, mantenimiento y conservación de áreas verdes		77
1.	Establecimiento de áreas verdes	78
2.	Mantenimiento y conservación de áreas verdes	80
3.	Programaciones de mantenimiento y conservación	81
4.	Cantidad de personal jardinero necesario para el mantenimiento y conservación de las áreas verdes	82

5.	Plantas que se usarán en un área verde	83
6.	Árboles	83
6.1.	Árboles según su época de floración	86
7.	Arbustos	86
7.1.	Coloración presente	87
7.2.	Requerimiento de luz	88
7.3.	Según calidad de suelos	88
7.4.	Resistencia a la brisa marina	88
7.5.	Forma	88
7.6.	Tolerancia a plagas y enfermedades	88
7.7.	Época de floración de arbustos.	89
7.8.	Arbustos que florecen todo el año	89
8.	Plantas de complemento	89
9.	Plantas de flor de estación y perennes	90
9.1.	Plantas ornamentales estacionales, perennes según estación	92
9.1.1.	Época de floración	92
9.1.2.	Plantas permanentes ornamentales	92
10.	Plantas trepadoras y enredaderas	92
10.1.	Poda de plantas trepadoras y enredaderas	93
10.2.	División de las enredaderas.	94
11.	Plantas decorativas especiales	95
12.	Plantas cubresuelos	96
13.	Palmeras	98
14.	Macizos de plantas	102
15.	Labores de reposición en áreas verdes	103
15.1.	Reposición de césped	103
15.2.	Reposición de plantas de flor	103

15.3.	Reposición de arbustos	104
15.4.	Reposición de árboles	104
16.	Uso de epp por actividad de mantenimiento y conservación de áreas verdes	106
Módulo 5. Establecimiento y mantenimiento del césped		109
1.	Importancia del césped	111
2.	Características de los factores climáticos y edáficos del césped	112
2.1.	Composición del suelo	112
2.2.	Factores climáticos	113
2.3.	Factores edáficos	114
3.	Tipos de césped	114
3.1.	Césped americano	115
3.2.	Césped paspalum	116
3.3.	Césped japonés	118
3.4.	Césped bermuda	119
3.5.	Césped kikuyo	121
4.	Maquinaria para establecimiento y equipos de corte de césped	123
4.1.	Maquinaria para establecimiento de césped	123
4.2.	Equipos de corte de césped	123
4.2.1.	Equipos de acuerdo con el tipo de corte	123
4.2.2.	Medidas de seguridad	125
4.2.3.	Recomendaciones para el corte de césped	125
4.3.	Escarificador	125
4.4.	Cortabordes	125
4.5.	Sopladora/aspiradora de residuos de césped y hojas de árboles	126
4.6.	Aireación mecánica y manual.	127
4.7.	Sembrador manual	127

5.	Establecimiento de césped	127
5.1.	Plano de plantación	127
5.2.	Riego inicial	128
5.3.	Volteo del terreno e incorporación de materia orgánica	128
5.4.	Fertilización del campo	130
5.5.	Nivelación	131
5.5.1.	Nivelación gruesa	131
5.5.2.	Nivelación fina	131
5.6.	Momento de la plantación	132
6.	Criterios para la elección de especies	133
7.	Siembra de césped	133
7.1.	Siembra por semilla botánica.	134
7.2.	Siembra por esquejes	135
7.3.	Siembra por tepes o alfombra en “champas”	136
8.	Riego postsiembra	138
8.1.	Riego postsiembra con semilla botánica	138
8.2.	Riego postsiembra con esquejes	139
8.3.	Riego postsiembra por tepes o alfombra en “champas”	139
9.	Deshierbe y control de malezas	140
9.1.	Deshierbe manual	142
9.2.	Deshierbe químico	143
10.	Actividades de mantenimiento del césped	144
10.1.	Primer corte	144
10.2.	Corte de césped	145
10.3.	Altura adecuada de corte	145
10.4.	Frecuencia de corte	146
10.5.	Modo adecuado de cortar	147

11. Mulching	147
12. Aireación	148
12.1. Modo manual	148
12.2. Modo mecánico	148
12.3. Época para airear	149
13. Escarificado de césped	150
13.1. Modo manual	150
13.2. Modo mecánico	150
13.3. Época para escarificar	150
14. Recebo de césped	151
15. Resiembra del césped	151
15.1. Modo de resembrar	153
15.2. Época para resembrar	153
16. Fertilización postsiembra	154
17. Necesidad de fertilización	154
18. Pasos previos al abonado	155
18.1. Análisis del suelo	155
18.2. Identificación de la variedad de césped	155
18.3. Cálculo de la superficie de césped..	155
19. Enfermedades y plagas del césped	156
19.1. Enfermedades.	156
19.2. Plagas	163
Módulo 6. Establecimiento y mantenimiento de rosales	165
1. Clasificación de los rosales	166
1.1. Rosales de té	167
1.2. Rosales polyanthas	167
1.3. Rosales llorones	168

1.4.	Rosales de pie bajo	169
1.5.	Rosales floribunda	169
1.6.	Rosales trepadores	170
1.7.	Rosales miniatura	171
2.	Requerimientos climáticos y edáficos	172
2.1.	Temperatura	172
2.2.	Iluminación	172
2.3.	Suelo.	173
3.	Plantación de rosales	173
3.1.	Rosal trepador “Paz” forma parte de colección de rosales en Lima	173
4.	Forma de riego adecuada	175
4.1.	Riego	175
4.2.	Recomendaciones sobre el riego de rosales	175
5.	Cultivo de rosales	176
6.	Ciclos de floración	176
6.1.	Rosales de floración única	177
6.2.	Rosales de floración repetitiva	178
6.3.	Rosales de floración continua	179
7.	Fertilización de las rosas	179
8.	Abonamiento	180
9.	Formas de propagación de las rosas	180
9.1.	Injerto de rosas.	181
9.2.	Pasos para injertar rosas por yema o en T.	181
9.3.	Propagación de rosales en árbol	182
9.4.	Multiplicación de rosas por esquejes o estacas	183
9.5.	Reproducción del rosal por semillas	184

9.6. Acodo de rosales	184
10. Hibridación de rosas	185
11. Aspectos importantes por considerar antes de plantar rosas	186
12. Tipos de poda en rosales	188
12.1. Tipos de poda en rosal	188
13. Plagas, enfermedades y fisiopatías	189
13.1. Plagas	190
13.2. Enfermedades	193
13.3. Fisiopatías	199
Módulo 7. Establecimiento y mantenimiento de jardines topiarios	201
1. Definición de topiario	203
2. Tipos de topiarios	203
2.1. Topiarios básicos clásicos	203
2.2. Topiarios modernos	203
3. Materiales y métodos para el establecimientos de topiarios	204
4. Estructuras en topiarios básicos y modernos	205
4.1. Estructura en jardines topiarios básicos clásicos	205
4.2. Estructura en jardines topiarios modernos	205
5. Diseños y modelos de topiarios	205
6. Instalación de un topiario	207
7. Proceso general de preparación del sustrato de un topiario	209
8. Aspectos para el mantenimiento de los topiarios	211
9. Requisitos para instalar un topiario y condiciones para su buen mantenimiento	213
9.1. Requisitos estructurales	213
9.2. Requisitos de plantas a utilizar	213

9.3.	Condicionantes de la jardinería topiaria	214
10.	Áreas y ubicaciones sugeridas para la instalación de un topiario	215
Módulo 8. Establecimiento y mantenimiento de jardines verticales		217
1	Definición de jardín vertical	218
2	Objetivos de los jardines verticales	219
3	Beneficios de un jardín vertical	219
4.	Servicios ecológicos y ambientales	220
4.1.	De soporte	220
4.2.	Cultural	220
4.3.	De regulación	221
5.	Tipos de sistemas de muros verdes o jardines verticales	221
5.1.	Sistema modular	221
5.2.	Sistema de fieltro	221
6.	Componentes de un jardín vertical	221
6.1.	Componentes activos	221
6.2.	Componentes estables	226
6.3.	Elementos auxiliares	227
7.	Planeación de un jardín vertical	227
8.	Instalación de un jardín vertical	228
9.	Recomendaciones para el mantenimiento de un jardín vertical	232
Módulo 9. Prevención y manejo integrado de plagas en las plantas ornamentales de las áreas verdes urbanas de Lima		233
1.	Componentes importantes en un programa de manejo integrado de plagas	236
1.1.	Identificación taxonómica de las plagas	236
1.2.	Prospección y monitoreo de plagas	237
1.3.	Nivel de daño económico	237

1.4.	Toma de decisiones	237
1.5.	Acciones de manejo o control	238
2.	Clasificación de los plaguicidas	249
3.	Protocolo de seguridad durante la aplicación de plaguicidas y bioplaguicidas	250
3.1.	Consideraciones antes de realizar la actividad	250
3.2.	Consideraciones durante el desarrollo de la actividad	253
4.	Plagas y enfermedades de las áreas verdes de lima	254
4.1.	Principales plagas en plantas ornamentales en Lima Metropolitana	256
4.1.1.	Ácaros	257
4.1.2.	Plagas insectiles	259
4.1.3.	Patógenos	280
Módulo 10. Riego de áreas verdes		297
1.	El agua y la jardinería	300
2.	Diseño de jardines eficientes en el uso del agua. Hidrozonas	302
3.	División del jardín en áreas de requerimientos hídricos similares	302
3.1.	Hidrozona de alto consumo de agua	303
3.2.	Hidrozona de moderado consumo de agua	303
3.3.	Hidrozona de bajo consumo de agua	303
4.	Estudio de microclimas generados en cada zona	304
5.	Elección de las especies adecuadas	305
6.	Calidad de las aguas urbanas para riego de áreas verdes	306
7.	Tratamiento de las aguas residuales	308
8.	Necesidades hídricas del jardín	312
8.1.	Evapotranspiración de referencia	313
8.2.	Coeficiente de cultivo	313

9.	Coeficiente de jardín (Kj)	314
10.	Coeficiente de especie (Ke)	315
10.1.	Coeficiente de densidad (Kd)	316
11.	Coeficiente de microclima (Km)	317
12.	Factores para elegir el método de riego	319
13.	Tipos de sistema de riego	319
13.1.	Riego por gravedad o por inundación	320
13.2.	Sistemas de riego tecnificado por aspersión y difusión	322
13.2.1.	Efecto del viento y la evaporación	325
13.2.2.	Cálculo de presiones y caudales disponibles	326
13.2.3.	Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión	328
13.3.	Sistema de riego por microaspersión y nebulización	329
13.4.	Riego con uso de motobomba de succión	331
13.5.	Riego por goteo	332
13.6.	Riego con uso de camión cisterna	334
13.7.	Riego por punto de agua	336

Módulo 11. Establecimiento y manejo de viveros ornamentales 343

1.	Vivero de plantas ornamentales	344
2.	Definición de planta ornamental	345
3.	Tipos de viveros	345
4.	Aspectos importantes para el establecimiento de un vivero	346
5.	Planificación y diseño de viveros municipales	348
6.	Construcción del vivero	348
6.1.	El tamaño del vivero	348
6.2.	Partes del vivero	349
7.	Principales actividades en un vivero	355

Módulo 12. Propagación de plantas	375
1. Tipos de propagación de plantas	376
2. Propagación sexual o por semilla	377
2.1. Trabajos antes y durante el proceso de germinación de las semillas	377
3. Propagación asexual o de partes vegetativas	380
3.1. Ventajas de la propagación asexual	380
3.2. Desventajas de la propagación asexual	380
3.2.1. Propagación por estacas	381
3.2.2. Estacas de hojas	384
3.2.3. Estacas de raíz	385
3.2.4. Propagación por acodos	385
3.2.5. Propagación por injertos	389
3.2.6. Propagación por separación	395
3.2.7. Propagación por esporas	401
Módulo 13. Gestión y manejo de residuos vegetales	403
1. Residuos de mantenimiento de áreas verdes	404
2. Definición de abonos orgánicos	405
3. Definición de compostaje	405
4. Definición de compost	405
5. Beneficios del compost	406
6. Objetivos del compostaje	407
7. Características de un buen compost	407
8. Manejo de los residuos generados en las áreas verdes públicas	408
9. Pautas iniciales para diseño de plantas de compostaje	409
10. Planta de producción de compost	409
10.1. Planta de compostaje	409

11. Equipamiento requerido	411
11.1. Trituradora de malezas de 12" de diámetro de capacidad	412
12. Insumos para el proceso de compostaje	413
12.1. Insumos minerales	413
12.2. Insumos orgánicos	413
13. Modelo de funcionamiento de la planta de procesamiento de residuos sólidos	414
13.1. Recepción del material	414
13.2. Preprocesamiento	414
13.3. Formación de pilas	415
13.4. Volteo/Aireación	415
13.5. Desmenuzado/tamizado	415
13.6. Producto final	415
14. Parámetros de medición	416
14.1. Medición de temperatura	416
14.2. Medición de pH	416
14.3. Medición de humedad	417
15. Control del proceso de compostaje	418
15.1. Tamaño y forma de las pilas	418
15.2. Homogeneidad de la mezcla	418
15.3. Tamaño de las partículas	418
15.4. Aireación	418
15.5. Humedad	418
15.6. Temperatura	418
15.7. Contenido de nutrientes	419
15.8. Relación C/N	419
15.9. pH	419

16	Material que no ha finalizado correctamente el proceso de compostaje	419
16.1.	Fitotoxicidad	419
16.2.	Bloqueo biológico del nitrógeno (hambre de nitrógeno)	420
16.3.	Reducción del oxígeno radicular	420
16.4.	Exceso de amonio y nitratos en las plantas, y contaminación de fuentes de agua	420
17.	Incorporación de bocashi al área verde	420
17.1.	Herramientas	421
17.2.	Preparación del bocashi	421
17.3.	Importancia del bocashi	423
18.	Producción	423
Módulo 14. Inventario de áreas verdes y de riego		425
1.	Inventario de las áreas verdes	426
1.1.	Lineamientos para el desarrollo del formato de inventario de áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana	427
2.	Inventario de riego de las áreas verdes	430
2.1.	Lineamientos para el desarrollo del formato de inventario de riego de áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana	430
3.	Anexos	434
4.	Formato de inventarios de riego de áreas verdes	435
Módulo 15. Valorización económica de las áreas verdes urbanas		437
1.	Definición de la valorización económica de las áreas verdes urbanas (VEcAV)	438
2.	Importancia de las áreas verdes urbanas	439
3.	Componentes de la valorización económica de las áreas verdes urbanas	439
4.	Valorización económica de los componentes vegetacionales (VEcCV)	440
4.1.	Valorización básica de los componentes vegetacionales (VBCV)	441

4.2. Valorización de los servicios ecosistémicos del área verde urbana (VSEAV)	445
5. Valorización económica del suelo del área verde	449
5.1. Valor básico del suelo del área verde urbana (VBaS)	449
5.2. Valorización de servicios ecosistémicos del suelo (VSEs)	455
6. Anexo: ejemplo de aplicación de valorización de las áreas verdes	458

Módulo 16. Establecimiento y manejo de biohuertos urbanos **463**

1. Beneficios de los biohuertos urbanos	464
2. Tipos de biohuertos.	464
3. Consideraciones para el establecimiento de un huerto urbano	466
4. Insumos para armar un huerto urbano	467
5. Diseño de un huerto urbano	468
6. Distribución del huerto.	469
7. Elección del lugar del huerto urbano	470
8. Actividades y herramientas para la instalación de un huerto	470
8.1. Limpieza del terreno	470
8.2. Uso de herramientas e implementos	470
8.3. Preparación del terreno	472
8.4. Preparación de camas altas	472
8.5. Preparación de surcos y camellones	474
8.6. Preparación de almácigos	476
9. La semilla y sus tipo	478
9.1. Prueba de flote	478
9.2. Prueba de selección	478
9.3. Prueba de germinación (poder de germinación)	479
10. Semilla vegetativa	479
11. Semilla sexual	479

12.	Almacenamiento de semillas	480
13.	Plan de cultivo	480
13.1.	Rotación de cultivo	480
14.	Siembra intercalada	481
14.1.	Con respecto a las especies	481
14.2.	Por la cantidad de siembras en el año	481
15.	Asociación de plantas	481
16.	La siembra y sus tipos	483
16.1.	Siembra directa	483
16.2.	Siembra indirecta	483
17.	Almácigo	483
18.	Riego	484
19.	Plantas por almacigar	485
20.	Trasplante	485
21.	Resiembra	486
22.	Recalce	486
23.	Qué se puede cultivar en lima	487
24.	Mantenimiento y cosecha	490
24.1.	Separar las plantas después de la siembra	490
24.2.	Eliminar las partes enfermas	490
25.	Control de plagas	490
25.1.	Sembrar plantas con flores	490
25.2.	Controlador biológico	490
26.	Nutrición del huerto	491
26.1.	Abonamiento	491
26.2.	Aplicación de abonos orgánicos	491
27.	Ventajas de los abonos orgánicos.	494

28. Control de plagas y enfermedades.	495
29. Cosecha	500
Referencias bibliográficas	503
Glosario de términos	525
Créditos de imágenes	533

Agradecimientos

Ing. Carlos Torres del Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú, por su contribución técnica y fotográfica para el desarrollo del módulo 9 “Prevención y manejo integrado de plagas en las plantas ornamentales de las áreas verdes urbanas de Lima”.

Universidad Nacional Agraria La Molina, por las facilidades brindadas para acceder a sus instalaciones durante el proceso de recopilación de fotografías para el manual de áreas verdes.

Presentación

Con el objeto de contribuir a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos de Lima, así como a una planificación y gestión urbana ligada con temas ambientales, la Municipalidad Metropolitana de Lima viene desarrollando acciones puntuales para contribuir al manejo y la conservación de las áreas verdes urbanas en la ciudad. Esto permitirá contar con mayores espacios verdes inclusivos, seguros y sostenibles.

Por ello, la Municipalidad Metropolitana de Lima ha elaborado el *Manual de Áreas Verdes*, en el marco de la Ordenanza N.º 1852-MML y como parte de su compromiso de lograr una ciudad más sostenible. El presente manual pretende ser una herramienta eficaz de consulta técnica para la toma de decisiones respecto de la gestión y el manejo de áreas verdes. Asimismo, busca mostrar las consideraciones técnicas básicas que se deben tener presentes durante el planeamiento, la ejecución y el monitoreo de las áreas verdes urbanas.

Cabe resaltar los beneficios que brindan estas áreas en nuestra ciudad, entre los que destacan la mejora del bienestar físico y mental de los ciudadanos, la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad urbana, así como el fomento de la vida al aire libre y el encuentro social, lo que hace indispensable contar con espacios como parques, alamedas y bermas.

Los dieciséis módulos del *Manual de Áreas Verdes* ofrecen un acercamiento a temas claves para el manejo de las áreas verdes, así como para promover su incremento y la mejora de la calidad de vida en nuestra ciudad. Estos módulos incluyen, entre otros aspectos, la planificación, el financiamiento, el diseño, el establecimiento, el mantenimiento, la valorización, el control de plagas y la conservación de las áreas verdes.

Finalmente, destacamos que nuestro bienestar y el del planeta dependen hoy del diseño de nuestras ciudades. Además, que el desarrollo urbano plantea desafíos que exigen repensar la forma en la que planificamos nuestros entornos para asegurar la armonía. Por tal motivo, el presente instrumento es un avance importante en la gestión de las áreas verdes urbanas.

Ing. Vianca Vanesa Madrid Brañes
Gerenta de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental
Municipalidad Metropolitana de Lima

MÓDULO

1

Planificación estratégica de las áreas verdes



MÓDULO

1

Planificación estratégica de las áreas verdes

La planificación estratégica de las áreas verdes es un proceso que hace posible la articulación de las iniciativas de los actores públicos y privados, las cuales buscan promover el desarrollo de las áreas verdes urbanas (Steinberg, 2001).

La planificación estratégica incluye definir los objetivos y metas de desarrollo para las áreas verdes que deben ser cumplidos en un periodo de tiempo determinado, a través de la ejecución de procedimientos y operaciones que se establecen en el contexto de la gestión y el desarrollo de planes, iniciativas, programas, estrategias o proyectos.

En el desarrollo de las ciudades, se debe plantear como objetivo que el área verde urbana alcance un elevado grado de integración en el conjunto urbano y proporcione satisfacción a sus habitantes. La ordenación del territorio y el planeamiento de las zonas verdes debe ser fruto de una meditada labor de planificación estratégica.

La planificación de las futuras áreas verdes con criterios de sostenibilidad debe dar respuesta a la indudable preocupación social que exista sobre las condiciones actuales y futuras de conservación de estos espacios (Consejería de Medio Ambiente, 2004).

1. Normativa legal vigente

- Constitución Política del Perú
- Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente
- Ley N.º 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales
- Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N.º 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado, y sus modificatorias
- Decreto Legislativo N.º 1088, Ley del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico y del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

- Decreto Legislativo N.º 635, Código Penal
- Ordenanza N.º 1852, para la conservación y gestión de áreas verdes en la provincia de Lima
- Ordenanza N.º 984-2006-MML, Nuevo régimen de aplicación de sanciones administrativas derivadas de la función fiscalizadora y sus modificatorias
- Ordenanza N.º 1628-2012-MML, Política Metropolitana del Ambiente
- Decreto Supremo N.º 11-2006-VIVIENDA, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma GH.020
- Decreto Supremo N.º 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente
- Resolución de Alcaldía N.º 503, que aprueba el Plan Estratégico Institucional de la Municipalidad Metropolitana de Lima 2020-2023

2. Definiciones

Política

De acuerdo con Fernández (2006), “es el arte, doctrina u opinión referente al gobierno de los Estados” (p. 2). Además, se puede entender como el conjunto de pautas que determinan el comportamiento de un organismo o sociedad sobre una cuestión determinada (Real Academia Española, s. f., acepción 5).

Política Nacional del Ambiente

Según el Minam (2010), este instrumento fue desarrollado con base en el estudio del escenario ambiental del Perú, es de carácter obligatorio y guía tanto las actividades de organismos públicos como privados; además, contiene políticas y directrices que apoyan en el desarrollo de planes y estrategias a nivel nacional en diversos campos, como cambio climático, saneamiento, diversidad biológica y otros.

Política Metropolitana del Ambiente

El objetivo de esta política es mejorar la calidad de vida de los habitantes de Lima Metropolitana y asegurar su derecho a un ambiente sano. Promueve el desarrollo sustentable de la ciudad, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente; garantiza la calidad del hábitat y la existencia de ecosistemas urbanos saludables, viables y funcionales a largo plazo; y propicia la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. (Ordenanza N.º 1628-2012-MML, 2012, p. 17).

Programa

Es una compilación de objetivos, reglas, métodos, pasos, políticas, recursos a usar, entre otros, para completar cierto plan de acción (Koontz y Wehrich, 2004, como se citó en Corral *et al.*, 2011). Comprende la coordinación de diversos proyectos programados en un tema definido, los cuales constan de actividades localizadas y están acompañados por un presupuesto económico preciso.

Plan

Un plan comprende una serie de metas que están ordenadas y coordinadas de manera temporal con el fin de que una política sea aplicada (Bobadilla *et al.*, 2013).

Planificación

Se configura como la función inicial; es el pilar para las siguientes tareas administrativas, ya que en esta fase se determinan los objetivos o metas que se propone cumplir y los métodos que se usarán para ello; por tanto, se podría indicar que es la pauta teórica que nos indicará cómo actuar más adelante (Bernal, 2012).

Cumplir los objetivos y metas planteados se logra a través de la ejecución de procedimientos y operaciones que se establecen durante la gestión y el desarrollo de planes, programas o proyectos. Es una forma de concretar una serie de decisiones para alcanzar el futuro que se desea (Armijo, 2009).

Estrategia

La estrategia es la articulación de acciones planificadas que se diseñan para permitir la elaboración de directrices y se orientan a un determinado resultado (Contreras, 2013). También es un conjunto de reglas o lineamientos de planificación y de gestión que consolidan decisiones óptimas para alcanzar los objetivos estratégicos propuestos.

Ejemplo de lineamientos:

- Lineamientos para la planificación estratégica de áreas verdes provinciales
- Lineamientos para la gestión del mantenimiento y de la ampliación de áreas verdes provinciales
- Lineamientos para la planificación temática de las áreas verdes provinciales y distritales

Ejemplo de objetivos estratégicos:

- Consolidar la gestión ambiental en Lima Metropolitana
- Impulsar el uso sostenible y la conservación de los recursos naturales
- Mejorar el control y la supervisión de la calidad ambiental

- Fomentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático
- Impulsar el incremento de las áreas verdes en la ciudad

Planificación estratégica

Es una herramienta de gestión que faculta a las organizaciones dentro de la toma de decisiones para adecuarse a las situaciones de cambios, con el propósito de ser más eficientes, eficaces y ofrecer bienes y servicios de calidad (Armijo, 2009).

La planificación estratégica es la acción de elaborar un plan orientado al largo plazo (más de cinco años), definido por el establecimiento de metas u objetivos por cumplir. Tiene un alcance marcado sobre el medio externo y toda la organización, y define las políticas a seguir en el desarrollo del plan estratégico.

Planificación temática

Es la acción de elaborar planes estratégicos por temas de acción municipal para las gestiones de los gobiernos locales de los distritos y la provincia de Lima. Estos planes son de mediano plazo, pues comprenden el periodo de gestión municipal de un año de formulación, con su aprobación respectiva, y de tres años de ejecución. Además, se caracterizan por la definición y el establecimiento de metas y resultados esperados, sujetos a supervisión y evaluación continua y final.

Planificación operativa

Es la acción de elaborar planes operacionales o de ejecución para el corto plazo. Puede llevarse a cabo para una gestión anual o, específicamente, para una acción, actividad, proyecto u obra. Considera el presupuesto de ejecución, la organización, la programación calendarizada de las tareas y el control o supervisión respectiva.

3. Lineamientos de política para gestión, la conservación y el manejo de áreas verdes y arbolado urbano

Según la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, para la conservación y gestión de áreas verdes en la provincia de Lima, los lineamientos de política que se precisan para gestionar, conservar y manejar áreas verdes y arbolado urbano se llevan a cabo de forma coordinada y concertada entre los actores involucrados, en el marco de los que establece la Política Metropolitana del Ambiente

a. Bienestar colectivo

Según la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, hace referencia a “la protección de la integridad del espacio público por su destinación al uso común debe prevalecer frente al interés particular”.

b. Sostenibilidad

Según la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, hace referencia a la protección, conservación, valoración, mantenimiento y manejo de las áreas verdes y arbolado urbano, lo que contribuye a la sostenibilidad del ambiente, el bienestar de la sociedad y la economía de la provincia de Lima.

c. Gestión descentralizada

Según la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, la gestión y el manejo de las áreas verdes y el arbolado urbano es normado por el ente rector, y son las municipalidades distritales las que deben aprobar mecanismos y lineamientos de gestión dentro del marco de la Política Nacional del Ambiente y la Política Ambiental Metropolitana.

d. Participación, concertación y cooperación público-privada

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, la Municipalidad Metropolitana de Lima promueve la activa participación de las instituciones públicas y privadas, y la de los ciudadanos respecto de la gestión y el manejo de las áreas verdes y el arbolado urbano, a fin de lograr compromisos para su fortalecimiento, conservación, protección o mantenimiento.

Del mismo modo, la Municipalidad Metropolitana de Lima fomenta que organismos nacionales e internacionales participen dentro de proyectos de inversión pública o privada, para aumentar la extensión de áreas verdes y del arbolado urbano.

e. Seguridad jurídica

Según lo establecido en la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, la toma de decisiones vinculadas con el manejo y la gestión de áreas verdes y arbolado urbano se enmarca en las normas, los procedimientos y los criterios establecidos, que permitan afianzar la predictibilidad, confianza y mejora continua de la gestión pública.

f. Mejora continua y progresiva

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, la gobernanza en temas de áreas verdes y arbolado urbano es un proceso gradual y constante, con diferentes niveles de gobierno, cuyo objetivo es generar mejoras en el espacio urbano y ambiental de la ciudad de Lima, mediante esfuerzos dinámicos y permanentes para lograr su sostenibilidad.

g. Adaptación al contexto

La Ordenanza N.º 1852-2014-MML hace referencia a las acciones que se establecen e implementan en el marco de la gestión metropolitana de áreas verdes y arbolado urbano, consideran el contexto específico de la población y de cada distrito que se ubique en el territorio de la provincia de Lima.

h. Economía de recursos

Según la Ordenanza N.º 1852-2014-MML, en la gestión y el manejo de las áreas verdes de uso público, así como en su creación, “se promoverá el uso sostenible de los recursos a través de diseños apropiados e integrados al paisaje de la ciudad, tecnologías ecoeficientes, especies vegetales con pocas necesidades de agua y materiales que requieran un bajo nivel de mantenimiento” e insumos químicos ambientalmente amigables.

4. Lineamientos y tendencias internacionales

En la actualidad, las ciudades están optando por la tendencia de cumplir con los estándares de la OMS, en lo que se refiere a los mínimos recomendados, del número de árboles y espacio verde por habitante, mediante un equilibrio funcional entre las áreas verdes de las zonas urbanas y las periféricas marginales, industriales o comerciales (ver figura 1).

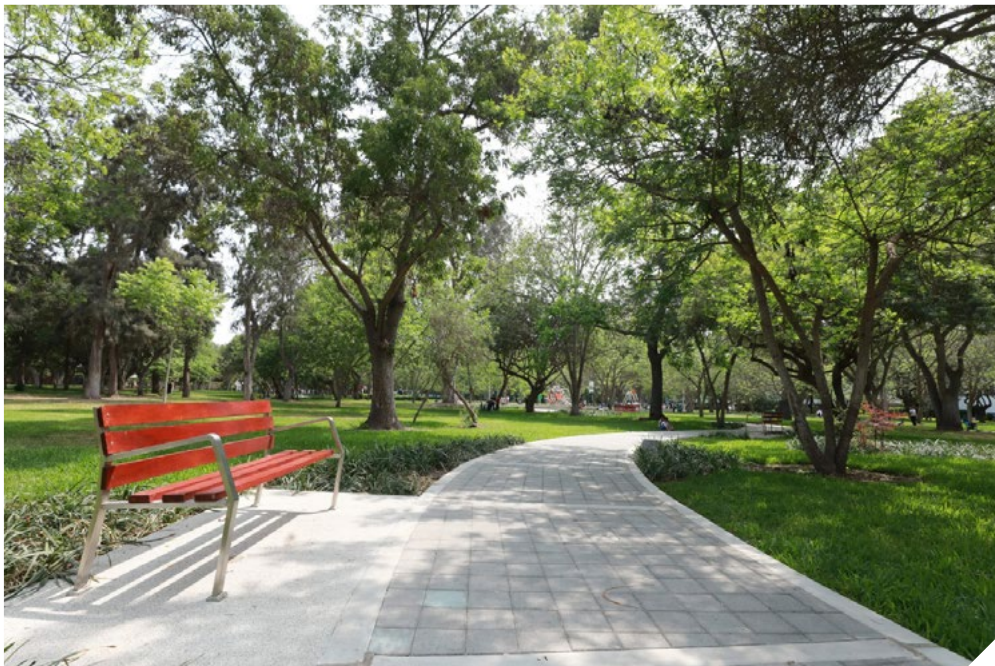


Figura 1. San Isidro, con extensas áreas verdes, es considerado el distrito “jardín” de Lima.

La propuesta más reciente está basada en ciudades sostenibles, es decir, ciudades donde la ecología a nivel urbano juega un papel muy importante. Por tanto, en la actualidad, se incluye el concepto de mantenimiento diferenciado o mantenimiento ecológico, que se traduce en un mantenimiento de áreas verdes con el objetivo de restablecer el equilibrio biológico y proteger a los seres humanos y la biodiversidad existentes, lo cual es incompatible con las prácticas de mantenimiento convencionales (es decir, involucra el consumo de fertilizantes químicos y productos fitosanitarios).

El Programa MAB II (Programa Científico Intergubernamental que trata sobre el Hombre y la Biosfera) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) “recoge los diez principios básicos para el planeamiento del verde urbano dentro de la ciudad sostenible” (Ros, 2006), los cuales señalamos a continuación:

- a. Uniformizar el contenido de la descripción de conceptos de las diferentes categorías de clasificación de las áreas verdes de una ciudad, con el fin de mejorar los métodos de creación de un área integrada y conexas de áreas verdes.
- b. Solicitar la intervención de los responsables de la gestión y protección de los espacios verdes en el equipo responsable de la planificación y proyección de la ciudad. De esta manera, además de ver el concepto de ciudad y arte, también observa la fusión del medio ambiente y las necesidades humanas.
- c. Valorar los beneficios económicos que proporciona un área verde, con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.
- d. “Exigir mayor rigor en los proyectos a la hora de justificar el diseño, los objetivos y los beneficios para la población”.
- e. Regular por norma el uso de zonas libres de la ciudad a través de una legislación adecuada y actualizada sobre el uso del suelo para áreas verdes.
- f. Como en todo lugar del mundo, las municipalidades son las encargadas de regular las áreas verdes privadas que influyan sobre el resto del ambiente o paisaje de la ciudad.
- g. No considerar como superficies verdes aquellos espacios públicos que tienen carácter de área verde que está “para ver”, pero aún es no utilizable, es decir, que no ha sido habilitada como tal.
- h. Sugerir a los países costeros que indaguen en la investigación de la jardinería adecuada a la zona geográfica, con soluciones viables para la problemática actual.
- i. Preparar estudios sobre paisajismos en países que no cuentan con ellos, para que se pueda gestionar y proyectar desde una visión especializada.
- j. Lograr que las áreas verdes sean zonas donde converjan la belleza y funcionalidad.

Considerando el entorno y su relación consigo mismo, la ciudad debería configurarse como un sistema abierto (Ros, 2006). A la planificación de las áreas verdes hay que darle un enfoque multidisciplinario y, sobre todo, tener en cuenta su mantenimiento y conservación.

5. Objetivos específicos de la gestión de áreas verdes y arbolado urbano

Según lo establecido en la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, los objetivos específicos de la gestión de áreas verdes y arbolado urbano son los siguientes:

- a. Según el inciso a del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “fortalecer la institucionalidad y gobernanza en materia de las áreas verdes de la provincia de Lima, regulando las actuaciones de las entidades y de los ciudadanos sobre las mismas”.
- b. Según el inciso b del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “conservar y ampliar las áreas verdes de la provincia de Lima, recuperando el entorno natural del territorio urbano como una estrategia de adaptación y mitigación frente al cambio climático y de conservación e incremento de la biodiversidad urbana”.
- c. Según el inciso c del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “Planificar, orientar y estandarizar el ejercicio de la gestión de las áreas verdes por parte de la Municipalidad Metropolitana de Lima y las municipalidades distritales, promoviendo un trabajo coordinado, articulado y responsable”.
- d. Según el inciso d del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “Consolidar la red de áreas verdes y arbolado urbano en la ciudad de Lima que contribuya con la protección del ambiente urbano, la salud pública, la protección y el incremento del valor escénico del medio urbano, la generación de identidad y arraigo, la mejora de la calidad ambiental, la compensación del deterioro ambiental, el ornato de la ciudad, así como la generación de plusvalías urbanas”.
- e. Según el inciso e del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “proteger las áreas verdes y sus componentes botánicos frente a cualquier afectación directa o indirecta”.
- f. Según el inciso f del artículo 4 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, se debe “Promover una cultura del verde urbano, la gestión participativa, la adopción de áreas verdes y arbolado urbano, y el involucramiento directo” de los ciudadanos de Lima Metropolitana a través de una participación activa.

- g. Según el artículo 69 del Reglamento de la Ley N.º 28245, la Municipalidad Metropolitana de Lima, “en el ejercicio de sus funciones, incorporará el uso de instrumentos económicos orientados a incentivar prácticas ambientales adecuadas, de conformidad con el marco normativo vigente”.

6. Articulación de políticas y planes nacionales para áreas verdes

Según lo indicado por el Ceplan (2018), a nivel nacional, “los ministerios formulan políticas nacionales sectoriales o multisectoriales de acuerdo con el ámbito de su competencia, en concordancia con las políticas de Estado, el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional y la Política General de Gobierno. Las políticas nacionales sectoriales se concretan en los planes estratégicos sectoriales multianuales y los planes estratégicos institucionales de las entidades responsables de cumplir el objetivo priorizado. Las políticas nacionales multisectoriales se implementan en los planes estratégicos multisectoriales y los planes estratégicos institucionales de las entidades responsables del cumplimiento del objetivo priorizado”.

A nivel territorial, los gobiernos regionales y locales elaboran políticas de ámbito regional o local para sus respectivas jurisdicciones, en el marco de las políticas nacionales y conforme con lo dispuesto en sus respectivas leyes orgánicas. Las políticas de ámbito local se desarrollan en los planes de desarrollo concertado y los planes estratégicos institucionales de las entidades públicas del ámbito local responsables del cumplimiento de los objetivos priorizados (Ceplan, 2018).

Asimismo, en situaciones donde se tenga competencia compartida, el ministerio será el encargado de establecer los roles y las responsabilidades según el nivel de gobierno, mediante el establecimiento de modelos de provisión de bienes y servicios dirigidos a la ciudadanía (Ceplan, 2018).

A continuación, se muestra una tabla sobre la articulación de políticas y planes nacionales para áreas verdes:

Manual de áreas verdes y manual de silvicultura urbana y periurbana		
Objetivo: Establecer los “criterios y lineamientos técnicos para el diseño, la instalación, el manejo y la conservación de las áreas verdes de uso público” en la provincia de Lima (Ordenanza N.º 1852-2014-MML, artículo 19)		
Nivel multisectorial		
	Objetivos	Política de Estado
Política de Estado	3. Competitividad del país	19. Desarrollo sostenible y gestión ambiental
	4. Estado eficiente, transparente y descentralizado	34. Ordenamiento y gestión territorial

Plan Estratégico de Desarrollo Nacional	Eje estratégico	Objetivo específico	
	6. Recursos naturales y ambiente	4. Población y sistemas productivos vulnerables adaptados al cambio climático	
Política General del Gobierno al 2021	Eje de política	Lineamiento	
	5. Descentralización efectiva para el desarrollo (Decreto Supremo N.º 056-2018-PCM, artículo 4)	5.1. Institucionalizar la articulación territorial de las políticas nacionales (Decreto Supremo N.º 056-2018-PCM, artículo 4)	
Política Nacional del Ambiente	Eje de política	Objetivo	
	1. Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica (Minam, 2010, p. 11)	7. Lograr la adaptación de la población frente al cambio climático y establecer medidas de mitigación, orientadas al desarrollo sostenible (Minam, 2010, p. 13).	
Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 – Plan de Acción 2014-2018	Objetivo estratégico		
	4. Fortalecer las capacidades de los tres niveles de gobierno para la gestión sostenible de la biodiversidad (Minam, 2014, p. 47).		
	5. Mejorar el conocimiento y las tecnologías para el uso sostenible de la biodiversidad, así como la revalorización de los conocimientos tradicionales vinculados con la biodiversidad de los pueblos indígenas (Minam, 2014, p. 47).		
	6. Fortalecer la cooperación y participación de todos los sectores de la población para la gobernanza de la diversidad biológica (Minam, 2014, p. 48).		
Nivel sectorial			
Plan Estratégico Sectorial Multianual del Sector Ambiental	Objetivo estratégico sectorial		
	2. Promover la sostenibilidad en el uso de la diversidad biológica y de los servicios ecosistémicos como activos de desarrollo del país		
Nivel local			
Plan de Desarrollo Local Concertado de Lima Metropolitana 2016-2021	Objetivo estratégico		
	3. Reducir los niveles de contaminación		
Plan de Gobierno para la Municipalidad Metropolitana de Lima 2019-2022	Eje	Acción	Objetivo
	6. Recursos Naturales y Ambiente	4.6.7. Lima frente al cambio climático	Fortalecer las capacidades de adaptación y mitigación de la ciudad de Lima con los ciudadanos
Plan Estratégico Institucional 2020-2023	Objetivo estratégico institucional		
	3. Implementar una gestión ambiental sostenible y la conservación de los ecosistemas en la provincia de Lima		

Elaboración: Subgerencia de Estrategia Ambiental y Cambio Climático

7. Instrumentos de planificación y gestión

Es una herramienta de gestión que facilita la formulación y el establecimiento de objetivos prioritarios, además de fijar recursos y acciones con el fin de lograr resultados (Benavides, 2017).

Según el artículo 15 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, la habilitación de nuevas áreas verdes o las acciones de arborización se establecerán en función del Inventario Metropolitano, la disponibilidad de agua, la consolidación de corredores biológicos, el manejo y mitigación del riesgo ante desastres naturales, la restauración ecológica y paisajística, y la investigación de especies vegetales con mayores beneficios ambientales en armonía con los demás planes de la ciudad.

Integran herramientas de planificación para la gestión de las áreas verdes de uso público las siguientes:

a. Plan Integral de Gestión de Áreas Verdes de la Provincia de Lima

Es el instrumento de planificación y gestión en materia de áreas verdes de uso público en la provincia de Lima. Se utiliza como insumo para los procesos de planeamiento a nivel institucional, en los que se consignan los logros obtenidos respecto de las metas y los objetivos propuestos, a través de un continuo seguimiento y monitoreo, cuya vigencia es de tres años.

De acuerdo con el régimen especial de Lima Metropolitana, los planes temáticos generan resultados en el ámbito distrital o metropolitano, y contribuyen a la toma de decisiones en beneficio del ciudadano.

b. Plan Distrital de Manejo y Gestión de Áreas Verdes

Es el instrumento de planificación y gestión en materia de áreas verdes públicas en el ámbito de cada distrito de la provincia de Lima. Tiene una vigencia de tres años y se aprueba mediante ordenanza distrital. Una copia de este plan deberá ser remitida a la Municipalidad Metropolitana de Lima, en formato físico y digital, en la primera quincena de julio del año de su aprobación.

c. Inventario Metropolitano Áreas verdes y Arbolado Urbano

Según el artículo 16 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, la Municipalidad Metropolitana de Lima, a través de la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental, sistematizará y mantendrá actualizado el Inventario Metropolitano de Áreas Verdes y Arbolado Urbano, como una forma de conservar las áreas destinadas a recreación pública debido a los aportes reglamentarios por habilitación urbana, así como monitorear el estado de las áreas verdes públicas y el arbolado urbano de la provincia de Lima.

La actualización de la información se efectúa cada tres años y los resultados se publican en el portal institucional, en diciembre del tercer año de gestión.

Las áreas verdes y el arbolado urbano objetos del inventario son georreferenciados y realizados al 100 %. De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, deben contar con un formato de registro de datos que contenga su identificación botánica, ubicación y superficie; mientras que el arbolado urbano proporcionará información sobre su ubicación, taxonomía, dasonomía, entre otra información que permita mantener actualizados los datos del inventario.

Los lineamientos de ambos inventarios se encontrarán en el Manual de Silvicultura Urbana y Periurbana, y en el módulo de inventario de áreas verdes y de riego del presente manual.

d. Inventario Distrital de Áreas Verdes

Según el artículo 17 de la Ordenanza Municipal N.º 1852-2014-MML, “las municipalidades distritales elaborarán y mantendrán actualizado el Inventario Distrital de Áreas Verdes y Arbolado Urbano de su jurisdicción”. La actualización se llevará a cabo cada tres años y deberá ser remitida a la Municipalidad Metropolitana de Lima, en formato físico y digital, el 30 de junio del tercer año, para ser incorporada al Inventario Metropolitano de Áreas Verdes y Arbolado Urbano.

Para elaborar el Inventario de las Áreas Verdes y Arbolado Urbano, las municipalidades distritales utilizarán los siguientes formatos:

1. Formato de Inventario de Áreas Verdes
2. Formato de Inventario de Arbolado Urbano
3. Formato de Inventario de Riego

Estos formatos son parte de la ordenanza y permiten optimizar la gestión de las áreas verdes y arbolado urbano.

Los resultados de los inventarios serán publicados en el Sistema de Información Ambiental (SMIA) y el portal institucional de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

MÓDULO

2

Financiamiento de áreas verdes



MÓDULO

2**Financiamiento de áreas verdes**

Se entiende por financiamiento de áreas verdes a la forma de cubrir los gastos que demanda el mantenimiento y el desarrollo de las áreas de este tipo que son de dominio público urbano, es decir, a la procedencia y disponibilidad de gasto de dinero para el mantenimiento, la ampliación y la conservación de los espacios verdes.

La planificación, el establecimiento, el mantenimiento y el monitoreo de un proyecto en específico de áreas verdes, adyacente a la educación ambiental de la ciudadanía, son ocupaciones que conciernen principalmente a los gobiernos locales en las ciudades.

Una respuesta a la problemática sobre los limitados recursos en los trabajos de arborización la constituye el artículo 135 de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, que establece, para los gobiernos locales y regionales, la alternativa de aplicar los programas, proyectos, planes y actividades ligadas con manejo forestal, reforestación y forestación, entre otros, como inversión pública, por lo que se pueden considerar en el sistema de inversión pública (Ley N.º 29763, 2011).

La provisión de fondos para el desarrollo de la forestería urbana, especialmente en distritos con escasez de recursos, puede ser una tarea difícil. Sin embargo, una de estas alternativas es que los responsables de las administraciones municipales trabajen en coordinación con abogados ambientalistas y profesionales de áreas verdes que podrían ayudarlos en la búsqueda de mecanismos de financiamiento para la implementación y el manejo de las áreas verdes. Otra opción es realizar las gestiones necesarias para obtener la subvención y el soporte de las entidades del Estado, así como de ONG y agencias internacionales para proyectos de habilitación de áreas verdes, con la participación y el compromiso de los beneficiarios directos (Sorensen *et al.*, 1998).

Los gobiernos municipales, además del pago por arbitrios de parques, aportes o proyectos de inversión pública, precisan hallar formas de garantizar ingresos por otros impuestos generales o fomentar la inversión privada (Sorensen *et al.*, 1998) en terrenos públicos, privados y de comunidades que estén zonificados para recreación y paisajismo por el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP), con el fin de obtener una fuente sustentable de financiamiento para estos programas. Además, se legislan bonos, impuestos especiales y cuotas en pro del desarrollo de áreas verdes que apuntan directamente a empresarios, negocios o urbanizadores (Morgan, 1996, como se citó en Sorensen *et al.*, 1998), ya que pueden brindar trabajo voluntario para la plantación y mantenimiento, pagos en especie y financiamiento directo (Sorensen *et al.*, 1998).

Por ejemplo, las personas que residen en propiedades cuyo valor es alto por causa de la plantación de especies arbóreas en calles o por el establecimiento de áreas verdes, pueden manifestar su aprobación ante el alza de los arbitrios por parques o secundar la emisión de un bono del municipio, un impuesto de embellecimiento u otro mecanismo para recaudar ingresos municipales que permitan compensar los costos de desarrollo y mantenimiento de las áreas verdes (Morgan, 1996, como se citó en Sorensen *et al.*, 1998).

Otra estrategia para garantizar la concesión de nuevos espacios verdes es integrar su implementación en otros grandes proyectos de infraestructura. En general, en comparación con las cimentaciones de asfalto y aceras, el precio de plantación es más económico. Además, es mucho más eficaz que ese mismo proyecto plante en una zona donde la superficie está siendo transformada, puesto que se preocupará de que no lo contaminen con desmonte, asfalto o afirmado (Sorensen *et al.*, 1998).

Según Sorensen *et al.* (1998), los beneficios que aporta la implementación de nuevos espacios verdes están vinculados a proyectos de infraestructura, donde actúan como barreras para disminuir el ruido y, además, reducen la contaminación generada en obras de construcción vial, control de inundaciones o protección de cuencas hidrográficas.

Los proyectos de habilitación de áreas verdes requieren tomar su lugar al lado de otros planos urbanos fundamentales, como los proyectos de obra civil merecedores de subvención estatal para progresar en la mejora de las perspectivas socioambientales de la ciudad, al combatir frontalmente la contaminación por el polvo atmosférico (Sorensen *et al.*, 1998).

1. Norma legal vigente

- Constitución Política del Perú
- Ley N.º 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales
- Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente

- Ley N.º 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado y sus modificatorias
- Decreto Legislativo N.º 635, Código Penal
- Decreto Legislativo N.º 1088, Ley del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico y del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
- Ordenanza N.º 2201, que aprueba el régimen tributario de los arbitrios de recolección de residuos sólidos, barrido de calles, parques y jardines públicos y serenazgo correspondientes al ejercicio 2020 en el Cercado de Lima
- Ordenanza para la gestión, el manejo y la conservación de áreas verdes y arbolado urbano en la provincia de Lima
- Ordenanza N.º 984-2006-MML y sus modificatorias, Nuevo Régimen de Aplicación de Sanciones Administrativas derivadas de la Función Fiscalizadora
- Decreto Supremo N.º 11-2006-VIVIENDA, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma GH.020

2. Fuente de financiamiento de las áreas verdes públicas

Actualmente, la subvención de las áreas verdes públicas proviene de fuentes distintas, según las áreas verdes sean distritales o pertenezcan a la provincia metropolitana de Lima. En el Cercado de Lima, de acuerdo con el Plan de Mantenimiento de Parques y Jardines de 2020, enviado por la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental mediante Oficio N.º 131-2019-MML-GSCGA, el costo total anual referente al servicio de parques y jardines públicos, para el ejercicio 2020, es de S/ 10 171 789,51.

Según la Ordenanza Municipal N.º 2201-2019, a partir de la información de las declaraciones juradas prediales registradas en el sistema informático del SAT, las cuales son proporcionadas por la Gerencia de Informática del SAT, se logra realizar la distribución del costo por los servicios de parques y jardines públicos.

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza Municipal N.º 2201-2019, a partir de dicha información "se ha logrado identificar 142 833 predios y 98 775 contribuyentes afectos al arbitrio de parques y jardines públicos (2020) y a 2163 predios y 657 contribuyentes inafectos a dicho arbitrio", como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Arbitrio de parques y jardines públicos 2020. Cantidades de predios y contribuyentes

Condición	Predios	Contribuyentes
Afectos al arbitrio	143 803	99 370
Inafectos al arbitrio	1193	62
Total	144 996	99 432

Fuente: Ordenanza N.º 2201, que aprueba el régimen tributario de los arbitrios de recolección de residuos sólidos, barrido de calles, parques y jardines públicos y serenazgo correspondientes al ejercicio 2020 en el Cercado de Lima

Nota: Las inatenciones a los arbitrios del Cercado de Lima están delimitadas en la Ordenanza N.º 562, que aprueba el Marco del Régimen Tributario de los Arbitrios Municipales en el Cercado de Lima.

Según la Ordenanza Municipal N.º 2201-2019, el servicio de parques y jardines públicos se distribuye en los subsiguientes escenarios básicos:

1. Para el año 2020, se prestará el servicio respecto de 758 317,39 m² de áreas verdes.
2. El servicio se realiza durante 8 horas diarias, de lunes a sábado, en el horario diurno de 7:00 a 15:00 horas, y con tres turnos rotativos para el riego con camión cisterna durante las 24 horas del día.
3. En el servicio participan, como mano de obra directa, un total de 18 choferes y 181 operarios (incluyendo a los ayudantes de riego con cisterna) (p. 42).

Asimismo, en la Ordenanza N.º 2201 (2019), se señala lo siguiente:

La Municipalidad Metropolitana de Lima brinda la prestación misma del servicio en la circunscripción del Cercado de Lima, considerando las siguientes actividades:

- a. Producción de plantas
- b. Mantenimiento de áreas verdes públicas
- c. Lavado y fumigación de árboles
- d. Poda mayor de árboles
- e. Corte de césped
- f. Recojo de maleza
- g. Riego con camión cisterna (p. 42)

2.1. Fuentes de financiamiento de áreas verdes distritales

Las áreas verdes distritales son financiadas con los recursos económicos provenientes del pago trimestral por el servicio de áreas verdes, denominado arbitrios por parques y jardines públicos, que realizan los vecinos de la respectiva jurisdicción. Se establece a partir de la estructura de costos anual del servicio de parques.

- **Descripción del financiamiento del mantenimiento de áreas verdes distritales**

Los arbitrios constituyen el aporte monetario de los vecinos por la realización de los servicios de mantenimiento de áreas verdes, desde la fase de planificación hasta la fase de ejecución.

En términos técnicos, todos los servicios de mantenimiento de los parques de la Municipalidad de Lima Metropolitana presentan la siguiente estructura de costos:

- Personal de trabajo directo
- Costos directos: materiales e insumos
- Depreciación de maquinarias y equipos
- Costos directos: otros costos y gastos variables
- Costos indirectos: mano de obra indirecta
- Costos fijos de servicios de agua, luz y telefonía fija
- Seguros
- Otros

En términos contables, de acuerdo con lo nominado generalmente en ordenanzas municipales de otros distritos para la recaudación de arbitrios por la prestación del servicio de mantenimiento de áreas verdes, se puede establecer la siguiente estructura de costos:

Costos directos

- Mano de obra
- Materiales
- Devaluación de las máquinas y equipos
- Otros costos y gastos variables

Costos indirectos y gastos administrativos

- Personal profesional
- Personal técnico
- Personal administrativo
- Materiales de oficina, de limpieza y de personal
- Depreciación de bienes de oficina

Costos fijos

- Agua
- Luz
- Telefonía fija
- Seguros

2.2. Fuentes de financiamiento de áreas verdes provinciales

Son financiadas principalmente con recursos económicos provinciales que provienen de la venta de terrenos habilitados entregados como aporte de ley, como se señala en el Reglamento Nacional de Edificaciones para las inmobiliarias, además de recursos económicos directamente recaudados por los mismos parques zonales distritales y provinciales.

a. Fuentes de financiamiento de áreas verdes de parques zonales

La fuente de financiamiento de parques zonales proviene de la venta de terrenos habilitados entregados como aporte de ley, como se determina en el Reglamento Nacional de Edificaciones para las inmobiliarias o urbanizadoras, además de recursos económicos directamente recaudados por los mismos parques zonales distritales y provinciales.

b. Fuentes de financiamiento de áreas verdes de vías e intercambios viales

Son financiadas con recursos económicos provenientes de la afectación mínima al peaje. El servicio de mantenimiento es directo y tercerizado al Serpar y empresas privadas.

c. Fuente de financiamiento de parque zoológico Las Leyendas

Su financiamiento deriva de recursos que son directamente recolectados por la concesión de servicios y espacios, y por el cobro de entradas.

d. Fuente de financiamiento de Pantanos de Villa

Igualmente, su financiamiento proviene de una asignación presupuestal mínima y los recursos directamente recaudados por entradas, paquetes turísticos y educativos.

Descripción del financiamiento del servicio de parques provinciales

En el Reglamento Nacional de Edificaciones, divulgado en el diario oficial *El Peruano*, se describe la estructura de costo de financiamiento del Servicio de Parques y Jardines Públicos, proyectados para 2019. A continuación, se extraen los artículos relacionados con las áreas verdes.

TÍTULO II
CAPÍTULO IV
APORTES DE HABILITACIÓN URBANA

Artículo 27. Las habilitaciones urbanas, según su tipo, deberán efectuar aportes obligatorios para recreación pública y para servicios públicos complementarios para educación y otros fines, en lotes regulares edificables. Estos aportes serán cedidos a título gratuito a la entidad beneficiaria que corresponda.

El área del aporte se calcula como porcentaje del área bruta deducida la cesión para vías expresas, arteriales y colectoras, así como las reservas para obras de carácter regional o provincial. Los aportes para cada entidad se ubicarán de manera concentrada, siendo el área mínima la siguiente:

- Para recreación pública 800 m²
- Ministerio de Educación Lote normativo
- Otros fines Lote normativo
- Parques zonales Lote normativo

Cuando el cálculo de área de aporte sea menor al área mínima requerida, podrá ser redimido en dinero.

En todos los casos en que las áreas de aporte resultaran menores a los mínimos establecidos, el monto de la redención en dinero se calculará al valor de tasación arancelaria del metro cuadrado del terreno urbano (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 269).

El Servicio de Parques de Lima (Serpar) subastaba a precio de mercado los lotes regulares edificables que le entregaban como aporte y, si era menor el área aportada, tenían que redimirlo a precio de mercado, lo que significaba una elevada suma que le permitía ejecutar proyectos de obras y equipar sus parques. En la última actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones, para todos los casos de habilitación urbana, se ha establecido que, si el área de aporte es menor, este será redimido sobre la base del cálculo del valor del arancel, lo que representa una suma ínfima en comparación con el precio de mercado, en desmedro de las áreas verdes públicas provinciales.

Artículo 34. Las áreas de recreación pública serán construidas y aportadas para uso público y no podrán ser transferidas a terceros.

Las áreas de recreación pública tendrán jardines, veredas interiores, iluminación, instalaciones para riego y mobiliario urbano. Se podrá proponer zonas de recreación activa hasta alcanzar el 30% de la superficie del área de recreación aportada.

Artículo 35. Los aportes se indican en los capítulos correspondientes a cada tipo de habilitación urbana. Las municipalidades provinciales podrán establecer el régimen de aportes de su jurisdicción, ajustado a las condiciones específicas locales y a los objetivos establecidos en su Plan de Desarrollo Urbano, tomando como referencia lo indicado en la presente norma (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 270).

NORMA G.040

DEFINICIONES

Aporte: "Área de terreno habilitado destinado a recreación pública y servicios públicos complementarios que debe inscribirse a favor de la institución beneficiaria, y que es cedida a título gratuito por el propietario de un terreno rústico como consecuencia del proceso de habilitación urbana" (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 18).

Al respecto, en la siguiente normatividad se contempla el régimen de aportes por tipo de habilitación.

SUBTÍTULO II.1 TIPOS DE HABILITACIONES NORMA TH.010 CAPÍTULO I GENERALIDADES

Artículo 4. Las habilitaciones residenciales deberán cumplir con efectuar aportes, en áreas de terreno habilitado, o efectuar su redención en dinero cuando no se alcanza las áreas mínimas, para los siguientes fines específicos:

- a) Para recreación pública
- b) Para Ministerio de Educación
- c) Para otros fines
- d) Para parques zonales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 275).

CAPÍTULO II URBANIZACIONES

Artículo 9. En función de la densidad, las habilitaciones para uso de vivienda o urbanizaciones se agrupan en seis tipos, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tipo	Área mínima de lote (m ²)	Frente mínimo de lote (ML)	Tipo de vivienda
1	450	15	UNIFAMILIAR
2	300	10	UNIFAMILIAR
3	160	8	UNIFAM/MULTIFAM
4	90	6	UNIFAM/MULTIFAM
5	(*)	(*)	UNIFAM/MULTIFAM
6	450	15	MULTIFAMILIAR

1 Corresponden a Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Baja Densidad (R1).
 2 Corresponden a Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Baja Densidad (R2).
 3 Corresponden a Habilitaciones Urbanas de Densidad Media a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Densidad Media (R3).
 4 Corresponden a Habilitaciones Urbanas de Densidad Media a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Densidad Media (R4).
 5 (*) Corresponden a Habilitaciones Urbanas con construcción simultánea, pertenecientes a programas de promoción del acceso a la propiedad privada de la vivienda. No tendrán limitación en el número, dimensiones o área mínima de los lotes resultantes; y se podrán realizar en áreas calificadas como Zonas de Densidad Media (R3 y R4) y Densidad Alta (R5, R6, y R8) o en Zonas compatibles con estas densidades. Los proyectos de habilitación urbana de este tipo se calificarán y autorizarán como habilitaciones urbanas con construcción simultánea de viviendas. Para la aprobación de este tipo de proyectos de habilitación urbana deberá incluirse los anteproyectos arquitectónicos de las viviendas a ser ejecutadas, los que se aprobarán simultáneamente.
 6 Corresponden a Habilitaciones Urbanas de Densidad Alta a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Alta Densidad (R5, R6 y R8). En función de las características propias de su contexto urbano, las Municipalidades provinciales respectivas podrán establecer las dimensiones de los lotes normativos mínimos, de acuerdo con su Plan de Desarrollo Urbano, tomando como base lo indicado en el cuadro del presente artículo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 276).

Comentario

Estos aportes en lotes con infraestructura de habilitación básica son vendidos en convocatoria pública, y el dinero obtenido se destina al equipamiento y mantenimiento de los parques municipales provinciales, llamados también zonales, así como para el establecimiento de nuevos parques provinciales, orientando la inversión para la satisfacción de las necesidades de recreación y esparcimiento de la ciudadanía involucrada, pues los aportes tienen un límite en el tiempo.

El rubro correspondiente a parques zonales lo constituyen los aportes de lotes edificables entregados al Serpar, que se encarga de subastarlos para financiar el equipamiento y parte del mantenimiento de los parques habilitados y por habilitar.

La tendencia indica que el patrón posible de ocupación de las áreas de expansión de Lima Metropolitana es del tipo 4 y 5, por lo que, en el futuro, los aportes para subastar y financiar el mantenimiento y saneamiento legal de las áreas reservadas para parques serían prácticamente nulos.

Financiamiento del servicio de parques provinciales Serpar

En este caso, es necesario revisar la estructura de costos del Servicio de Parques zonales y Jardines Públicos, del Reglamento Nacional de Edificaciones, con actualizaciones publicadas en el diario *El Peruano*.

Artículo 10. De acuerdo con su tipo, las habilitaciones para uso de vivienda o urbanizaciones deberán cumplir con los aportes de habilitación urbana, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tipo	Recreación pública (%)	Parques zonales (%)	Servicios públicos complementarios	
			Educación (%)	Otros fines (%)
1	8	2	2	1
2	8	2	2	1
3	8	1	2	2
4	8	-	2	3
5	8	-	2	-
6	15	2	3	4

Las municipalidades provinciales podrán adecuar la distribución de los aportes del presente cuadro en función de las demandas establecidas en su Plan de Desarrollo Urbano, manteniendo el porcentaje total correspondiente a cada tipo de habilitación urbana (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 277).

Como puede apreciarse, las habilitaciones tipo 4 y 5 son las únicas que no dejan aportes para el Serpar. El fondo destinado al mantenimiento de los parques zonales habilitados, a la habilitación de nuevos parques y a la compra de los terrenos reservados para ese uso proviene de los aportes que las habilitaciones urbanas para uso de vivienda, con excepción del tipo 4 y 5, están obligadas a dejar para ese fin. Sin embargo, casi la totalidad del área urbana que puede ser habilitada corresponde a los tipos de habilitación 4 y 5.

NORMA TH.020
HABILITACIONES PARA USO COMERCIAL
CAPÍTULO II
HABILITACIONES PARA USO DE COMERCIO EXCLUSIVO

Artículo 4. Son habilitaciones para uso de comercio exclusivo aquellas conformadas por lotes para fines de edificación de locales comerciales.

Artículo 5. Las habilitaciones para comercio exclusivo no están obligadas a entregar Aportes de Habilitación Urbana, puesto que por sus características constituyen un equipamiento urbano de la ciudad.

Excepcionalmente y siempre que el Plan de Desarrollo Urbano de la jurisdicción lo determine, podrán establecerse Aportes para Parques y Servicios Públicos Complementarios.

En este último caso, cuando se trate de habilitaciones de lote único destinadas a centros comerciales definidas en la norma A.070, dichos aportes podrán ubicarse como parte del plan integral del proyecto o podrán redimirse en dinero (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 280).

CAPÍTULO III

HABILITACIONES PARA USO COMERCIAL Y OTROS USOS - USO MIXTO

Artículo 20. Dependiendo de la clase de habilitación para uso comercial con otros usos - uso mixto, deberá cumplirse con efectuar aportes, para fines específicos, que son los siguientes:

- Servicios públicos complementarios
- Parques zonales

Cuando se trate de habilitaciones de lote único destinadas a centros comerciales definidas en la norma A.070 con otros usos-uso mixto, dichos aportes podrán ubicarse como parte del plan integral del proyecto o podrán redimirse en dinero.

Artículo 21. Los aportes de habilitación urbana en los tipos 3 y 4, se harán en función de la densidad residencial. Los aportes de habilitación urbana en los tipos 5 y 6 se harán de acuerdo con lo establecido para las habilitaciones para comercio exclusivo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 282).

NORMA TH.030

HABILITACIONES PARA USO INDUSTRIAL

CAPÍTULO I

Artículo 5. De acuerdo con su tipo, las habilitaciones para uso industrial deberán cumplir con el aporte de habilitación urbana, de acuerdo con el siguiente cuadro (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, p. 284):

Tipo	Parques zonales	Otros fines
1	1 %	2 %
2	1 %	2 %
3	1 %	2 %
4	1 %	2 %

2.3. Fuentes de financiamiento posibles para nuevas áreas verdes provinciales y regionales en Lima Metropolitana

Para alcanzar los niveles internacionales de calidad ambiental en las áreas verdes en Lima Metropolitana, se deben establecer las siguientes nuevas fuentes de financiamiento en un marco de ordenamiento, protección y regulación del uso del suelo, subsuelo y aires del espacio público existente o reservado para el arbolado y las áreas verdes de la Provincia Metropolitana de Lima:

- Tasa moratoria del 30 % de afectación al peaje en compensación por el daño ambiental que ha causado hasta hoy el parque automotor activo y tasa permanente del 5 % del peaje por el daño que causa en la actualidad el parque automotor, que es el que más contamina.

- b. Afectación de S/ 0,10 por cada metro lineal de tubos de agua y desagüe, y cableados de telefonía, gas y luz que utilizan el subsuelo o aires de retiros, bermas y terrazas reservadas como aéreas verdes para el desarrollo ambiental de la ciudad, puesto que estos cableados aéreos y subterráneos afectan las jardineras centrales y laterales de calles y avenidas al no permitir el desarrollo de raíces ni copas del arbolado de alineamiento.

Afectación permanente de retiros de aéreas verdes por cambio de uso para estacionamiento a S/ 0,10 m²/mes, del área verde cementada para parqueo, lo que sería económicamente beneficioso para muchos distritos.

MÓDULO

3

Diseño de áreas verdes



MÓDULO

3

Diseño de áreas verdes

Es el proceso técnico-creativo que permite intervenir sobre áreas urbanas. Además, contribuye a definir la vegetación y las áreas donde se desarrollarán actividades de recreación activa (por ejemplo, juegos, deportes, actividades sociales y culturales), así como las áreas de actividades pasivas, como descanso y contemplación. Además, el paisaje urbano está compuesto por luces, texturas y colores (García, 2008; Tella y Potocko, 2009).

1. Diseños clásicos de jardinería

Son aquellos estilos de arreglo de plantas selectas con sello propio que han caracterizado a una sociedad y sus gobernantes en una determinada época.

Toda jardinería es el producto del entorno social de una época. Se caracteriza por el manejo y dominio del agua, las plantas y el suelo, en un arreglo armonioso adecuado a las particularidades de las plantas y los deseos de los gobernantes. Es realizado por horticultores experimentados, para el deleite de sus dueños y visitantes. El jardín, pues, nace como un deseo de prolongar las exuberancias y bellezas de la naturaleza en villas y lugares de recreo y reposo.

2. Jardín histórico

Según Icomos (1982), desde un punto de vista enfocado en el arte y la historia, se configura como una composición vegetal y arquitectónica, y es de interés público. Ejemplos: jardín islámico o árabe, jardín italiano, jardín francés.

2.1. Antigüedad

Es de carácter privado, tiene como finalidad satisfacer necesidades personales, familiares, religiosas o de casta social.

Tenemos a la jardinería islámica o árabe, desarrollada en el Cercano y Medio Oriente, así como en los territorios ocupados por los árabes en la cuenca mediterránea (ver figura 1). Destacan los famosos jardines de Babilonia, caracterizados por el arreglo de elementos arquitectónicos y plantas de flor, palmeras fénix, jazmines y otras plantas, en torno al agua como elemento central en una pileta, curso o cascada; este jardín es un santuario al agua en el desierto.



Figura 1. Jardín árabe moderno

Luego, continuó desarrollándose con los jardines árabes españoles, en los que destaca la glorieta. Estos jardines de carácter privado, usufructuados por los reyes y la nobleza, se caracterizan por el uso de plantas aromáticas como jazmín, variedades de rosas, geranios y laurel, además de palmeras fénix.

2.2. Época feudal

Los jardines continúan siendo de carácter privado, de la nobleza. Principalmente, tienen el propósito de colmar las necesidades de recreo y deleite de los gobernantes, sus familias y su casta social.

Durante la época feudal, se desarrolla la jardinería formal caracterizada por los famosos jardines italianos y franceses, como el de Versalles (ver figura 2), que destacan por sus diseños geométricos, así como por el uso de piletas de agua y el intenso manejo del arte de la poda de arbustos. Parecería como que el hombre domina la naturaleza.



Figura 2. Jardines de Versailles (Francia)

2.3. Época moderna

Tras la Revolución francesa, los grandes jardines de la nobleza son expropiados y se vuelven de carácter público, para cumplir los requerimientos que demandaba la sociedad. Su estilo empieza a ser paisajista, caracterizado por la libertad y la armonía en su diseño.

Se disimulan las aldeas, se trabaja la sensación de infinitud y libertad en el paisaje. La jardinería empieza a utilizar árboles nativos y grandes prados de césped; asimismo, incluye elementos arquitectónicos como esculturas, diques y puentes.

Como ejemplos tenemos los jardines ingleses, con diseños libres y abiertos en los que destacan el césped, árboles con follaje otoñal y cipreses. La gestión es asumida por las comunas y, luego, por el ayuntamiento (ver figura 3).



Figura 3. Jardín de Royal Crescent (Bath, Inglaterra)

La jardinería rural de menor trascendencia desarrollada en Inglaterra se caracterizó por el uso de plantas de color, follaje y forma llamativos, y la introducción de técnicas de horticultura.

Según Chang y Gálvez (2011), debido al crecimiento de las ciudades aparecieron plazas y áreas verdes con diseños no típicos para adaptarse a las nuevas necesidades enfocadas en el deporte, calidad de vida y entretenimiento infantil (ver figura 4).



Figura 4. Diseño de jardinería en el parque de la Exposición

Los recientes elementos originaron el diseño y la creación de bellos jardines con hermosos macizos de flores estacionales (ver figura 5), así como arborizaciones en jardineras, a lo largo de avenidas y bermas laterales y separadoras centrales, que en un inicio tuvieron como principal objetivo el deleite visual, para más adelante buscar la conectividad ecológica y ambiental. Así, integran la ciudad y a los ciudadanos con la naturaleza, para lograr un entorno más placentero y desestresante. En este contexto también surgieron las plazas con entretenimientos destinados a los niños, además de los parques con losas multideportivas, en áreas rodeadas de verdor.



Figura 5. Diseño de macizo de flores estacionales en forma de corazón

En otras latitudes, como Japón y China, la jardinería oriental sigue su propio desarrollo de estilo ordenado, silencioso y estático. Tenemos los jardines de los templos budistas en la China, en los que destacan el ginkgo y las flores de loto (*Nelumbo nucifera*). Estos tipos de jardines fueron gestionados por el monarca o monje principal, y por los maestros jardineros de entonces (ver figura 6).

Por su parte, en los famosos jardines japoneses destaca el cultivo de los bonsáis.



Figura 6. Diseño de jardín oriental

3. Diseños de áreas verdes en el Perú

El Perú posee una gran influencia cultural española, la cual incluye la creación de la plaza pública como una explanada o gran patio de convergencia social y comercial. Las áreas verdes en el espacio público brillan por su ausencia, pues los jardines eran exclusividad de las casas-huerta de los dignatarios españoles y criollos, y de sus instituciones religiosas y públicas. Estos jardines se desarrollan siguiendo la influencia árabe-española, con plantas introducidas como geranios, rosas, laureles de flores coloridas, jazmines, olivos, palmeras dátiles y fénix de Canarias. Sin embargo, los españoles, admirados por la belleza y las cualidades terapéuticas de plantas de estas tierras peruanas, establecieron con fines de estudio el primer jardín botánico y vivero de las Maravillas, con plantas medicinales promisorias como el árbol de la quina.

Durante la Colonia, el virrey Abascal ordenó el diseño de obras y jardines del cementerio Presbítero Maestro sobre lo que fue el primer jardín botánico de Lima (ver figura 7) y vivero de las Maravillas, parte de cuyo terreno lo ocupa actualmente la Beneficencia Pública de Lima. Aún se conserva el área principal de este histórico vivero frente a la plazuela Santo Cristo, en el jirón Áncash, en los Barrios Altos, y es propiedad de la Municipalidad de Lima. Un pequeño espacio de este lugar fue cedido al grupo Cedro y, luego, a la Oficina de Participación Vecinal.



Figura 7. Áreas verdes en el cementerio Presbítero Maestro

En la República, durante el gobierno de Augusto B. Leguía, por primera vez surgieron las áreas verdes de la ciudad de Lima de una manera profesional. Leguía encargó, a una comisión encabezada por el arquitecto Jochamovitz, la creación del parque de la Reserva en el lugar donde se atrincheraron los reservistas para impedir que los chilenos avanzaran hasta el Centro de Lima. En ese lugar quedaba entonces la Escuela Nacional de Agricultura, a la cual, a cambio, se le entregó la hacienda La Molina y se le permitió conservar 0,5 ha de su edificio principal en Jesús María. Con Leguía se remodeló la plaza de Armas de Lima y, por primera vez, se incluyó en su diseño jardineras con palmeras reales. En la década de 1990 fue recuperado este diseño que se conserva hasta la actualidad.

Paralelamente a la creación del parque de la Reserva, Leguía promovió con la misma comisión el diseño y establecimiento de la avenida Arequipa con arbolado introducido, diseño paisajista que estaba en boga en las principales ciudades de Latinoamérica. Las especies elegidas fueron ficus, tipa, algarrobo, encino, fresno, cedro, ceibo, aligustre, palmera real, entre otras especies emblemáticas. Asimismo, se promovió el diseño y establecimiento de la urbanización modelo Santa Beatriz, con similar arbolado introducido (ver figura 8). Fue con Leguía que se inició el desarrollo del urbanismo en el Perú.

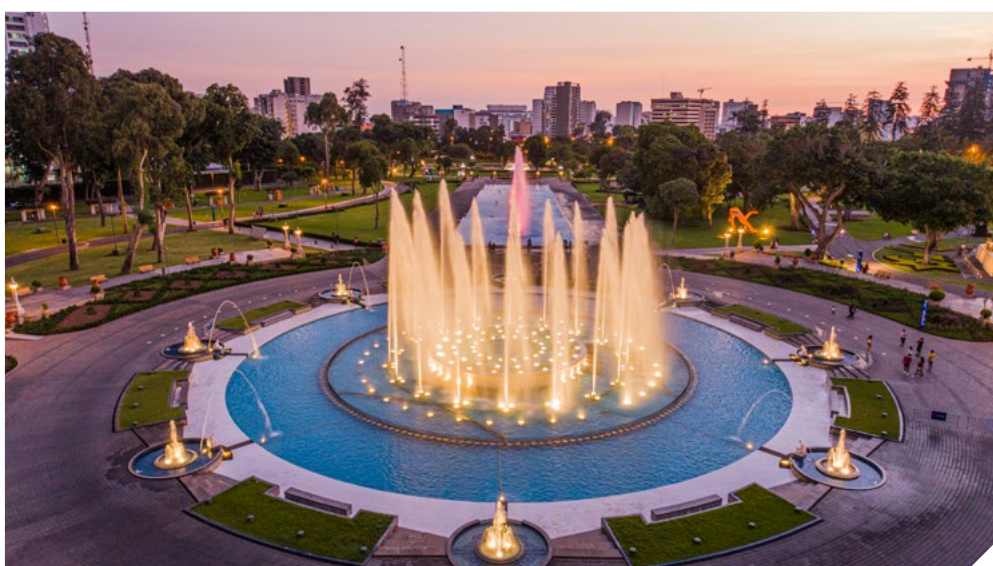


Figura 8. Circuito Mágico del Agua del parque de la Reserva

Estos nuevos componentes originaron el diseño y la creación de magníficos jardines y arborizaciones en las avenidas y bermas centrales, que tuvieron como principal propósito el goce visual. Además, aparecieron las plazas para el entretenimiento de los niños, así como los parques con losas multideportivas, en áreas contenidas de verdor (Chang y Gálvez, 2015).

En la actualidad, la influencia europea está presente en las composiciones de los paisajes en Lima, debido a que está caracterizada por el césped, los macizos de flores de estación, las especies arbustivas y arbóreas introducidas, y la escasa vegetación nativa. Es así como la percepción ciudadana de lo que debería ser un área verde incluye obligatoriamente la presencia de césped, ya que sin este no se concibe como un área verde (Chang y Gálvez, 2015) (ver figura 9).



Figura 9. Parque El Olivar de San Isidro, que data de fines de la Colonia. Su diseño clásico y su impresionante belleza son su atractivo principal.

A medida que la ciudad de Lima fue creciendo, surgieron diseños típicos de plazas y áreas verdes como respuesta a las nuevas necesidades de la sociedad, como el ornato, el entretenimiento infantil, el deporte y, principalmente, la calidad de vida (Chang y Gálvez, 2015), a partir de la magnitud de los servicios ambientales que proporcionan las áreas verdes en general y el arbolado urbano en particular.

Actualmente, existe la necesidad de atender la gran demanda de la ciudadanía por poseer con áreas verdes formales y arbolado, especialmente en las ciudades que han experimentado un importante crecimiento urbanístico, como Lima Metropolitana.

Por otra parte, hay principios generales para diseñar que se deben respetar, un equilibrio entre los colores que no se debe infringir (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2003). La extensa comprensión de las diversas especies vegetales y la magnitud de los servicios ambientales que proporcionan deben ser la materia prima para el diseñador (ver figura 10). A fin de seleccionar las especies que conformarán las plantaciones, es imprescindible tener en cuenta el clima, el tipo de suelo, los datos fenológicos y los factores que limitan o generan estrés (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2003).



Figura 10. Parque Mariscal Ramón Castilla (Lince)

Cabe resaltar que, con base en todo lo anterior y en general, cualquier área verde no debería construirse si no se cuenta con el presupuesto para su establecimiento y, además, con una asignación económica específica para su mantenimiento (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2003).

Asimismo, el mantenimiento de cualquier área verde será más económica cuanto menos necesite que la intervenga el hombre. Por ello, los jardines conformados por el arbolado y los arbustos son los más recomendados, mientras que los más costosos son aquellos que contienen plantas de temporada, césped, figuras geométricas recortadas, etc. (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2003).

4. Estilos de jardines

Los estilos de jardines son tantos como culturas y lugares hay en el mundo, pero de forma muy general se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Estilo acuático**
Jardín con el agua como elemento dominante, de estructura horizontal. Sobresalen el color verde y las texturas medias.
- **Estilo colonial**
Jardín fresco, tranquilo, en el que predomina el aroma natural. Es frondoso, abundante y muy ordenado. Se delimita con caminos de grava o piedra que dan lugar a zonas específicas: zonas de árboles o arbustos, una zona amueblada para su disfrute e incluso zonas más escondidas, a las que se llega únicamente por los caminos.
- **Estilo floral**
Jardín con estructura horizontal dominante. Variedad de flores de estación y textura delgada. De alto mantenimiento y requerimiento de agua, así como suelo rico y mucha luz. Jardín alegre y luminoso, de colores cálidos.
- **Estilo formal**
Jardín con formas geométricas, predominio de la simetría y colores fríos. Plantas estáticas, topiarios y poda excesiva.
- **Estilo formal moderno**
Jardín con formas geométricas con setos, predominio de la simetría. Presenta un punto focal en el centro del contorno desde el que parten caminos definidos. Uso de colores fríos. Plantas estáticas y poda de formación.
- **Estilo mediterráneo**
Predomina el color rojo-pastel, con plantas cálidas de textura media, alimenticias y olorosas. Uso de fuentes de agua, macetas, ladrillos y piedras.
- **Estilo mediterráneo moderno**
Jardín de plantas exuberantes, especias aromáticas y que con frecuencia incorpora materiales naturales, pero es sofisticado a la vez.
- **Estilo oriental**
Jardín con elementos y formas irregulares y naturales. Los elementos de decoración son colocados prácticamente de forma escultórica (Martínez, 2012); es así como utilizan piedras y el agua como componentes esenciales del diseño (Feng, 2018). Presenta estructuras altas, medianas y bajas.

- **Estilo minimalista**

Jardín con texturas definidas, líneas rectas y bien demarcadas. Superficies amplias y lisas. Dominan la luz, el orden y la limpieza. Predominan los colores verde oscuro, morado o lila.

- **Estilo moderno**

Jardín de espacios abiertos, con colores neutros y naturales. Permite vincular y relacionar diferentes diseños de jardines (por ejemplo, figuras modernas con elementos clásicos), para alcanzar de cierta manera un equilibrio.

- **Estilo urbano**

Jardín para el goce visual, con un uso contemplativo. Debe tener banca e iluminación artificial. Es típica la presencia de césped o similares, fuentes, obeliscos, árboles destacados.

- **Estilo rocalla**

Jardín con estructura horizontal dominante y presencia de piedras, flores y plantas rastreras, de texturas finas. Exigencia media de suelo y riego, y abundante luz.

- **Estilo rústico**

Las plantas deben tener las mismas necesidades hídricas. Se excluyen los elementos como acero o cristal, solo adopta elementos naturales como piedra, cerámica, madera, esparto, algodón, etc. Incluye siempre como elemento básico la piedra, desde gaviones hasta grava para los caminos, piletas o muros de contención.

- **Estilo tropical**

Jardín de suelo ácido y alto requerimiento de agua. Predomina el color verde. Plantas de sombra de textura gruesa, con hojas grandes y coriáceas.

- **Estilo xerófilo**

Jardín con predominancia de las estructuras medias. No existen o son escasas las estructuras verticales altas. Uso de cactus y suculentas. Poco requerimiento de agua, mucha luz y suelo pobre arenoso. A menudo está recubierto con elementos adicionales a las plantas.

5. Diseño o proceso de diseño

Es gratificante ver el proyecto terminando del jardín. Empieza desde el momento en que se visita el terreno y se estudian las posibilidades de lo que puede llegar a ser. Para concluir qué es lo más conveniente para ese lugar, se deben seguir tres pasos: análisis, evaluación y síntesis.

5.1. Análisis

Se evalúa el terreno; se recolecta información sobre el diseño, el clima, la topografía, las plantas existentes, las construcciones del entorno, los caminos, las plantas que se podrán usar; pero sobre todo se toma en cuenta qué es lo que el dueño del jardín quiere y qué uso le piensa dar.

5.2. Evaluación

Se ordenan las prioridades, a fin de determinar qué es lo más importante en ese momento y qué puede quedar para después; en otras palabras, se planifica para trabajar por etapas.

5.3. Síntesis

Con la información completa se inicia el proceso de diseño del jardín.

6. Lineamientos para el diseño de las áreas verdes

Los lineamientos para el diseño de áreas verdes son los que se detallan a continuación:

- Creación de condiciones para el uso público en materia de accesibilidad, circulación, seguridad, higiene, y oferta de recursos y servicios para la recreación (Ordenanza N.º 1852-2014-MML, artículo 36).
- Clasificación y mapeo de las hidrozonas urbanas de riego y sus potenciales fuentes de agua disponible para áreas verdes.
- Identificación preliminar de la hidrozona urbana de riego en la zona donde se ubica el área verde a diseñar.
- Definición del enfoque de uso del área verde por diseñar (esparcimiento, contemplación, recreación, deporte, etc.).
- Mejor “integración al paisaje local y promoción de la conectividad ecológica entre los parques y los demás elementos de la estructura ecológica de la ciudad” (Ordenanza N.º 1852-2014-MML, artículo 36).
- “Construcción de una identidad de la ciudad y sus diferentes sectores” (Ordenanza N.º 1852-2014-MML, artículo 36).
- Involucramiento de los vecinos y usuarios finales del parque a través de las juntas vecinales debidamente reconocidas por la municipalidad distrital o provincial correspondiente (Ordenanza N.º 1852-2014-MML).

7. Procedimiento para diseñar áreas verdes

Para diseñar áreas verdes, se tendrá que considerar la fuente de agua disponible y el caudal del agua de riego para el área verde a diseñar, así como el tipo de área verde: recreacional, ornamental, xerofítica, especial, histórica, etc.

Se debe proyectar el diseño de acuerdo con la hidrozona urbana de riego a la que pertenece, las exigencias del clima de la zona, la calidad y topografía del terreno, la disponibilidad de agua y las características de las construcciones próximas. Por tanto, las herramientas para el diseño de jardines son las siguientes:

- Un plano de la zona a diseñar en una escala de 1:100
- Un plano de la hidrozona urbana de riego donde se ubica el área verde
- Un cuadernillo de borrador
- Un lápiz

8. Aspectos a tener en cuenta en el diseño de un área verde

Las variables para considerar en el diseño de un área verde son las siguientes:

- Qué elementos vamos a necesitar en el área verde.
- Elaborar el plano estructural y de plantación preliminares.
- Cuáles son las proporciones de todos los elementos.
- Tener en cuenta los principios básicos del diseño:
 - i. Simplicidad
 - ii. Orden
 - iii. Unidad y armonía
 - iv. Equilibrio
 - v. Ritmo
 - vi. Escala y proporción
 - vii. Interés
- viii. Evaluar las plantas existentes en los viveros y elaborar la propuesta de composición del diseño

De acuerdo con lo anterior, se procederá a estudiar la distribución de zonas o sectores, la creación de zonas o sectores de esparcimiento y descanso, la formación de grupos o plantas decorativas, la resolución de los problemas de separación de niveles, la unión o independización de zonas, el buen gusto, un acertado enfoque de las perspectivas, el conocimiento de la historia de la jardinería y también el conocimiento profundo de la vida y las exigencias de las distintas especies de plantas (clima, suelo, crecimiento, épocas de floración, tamaño y forma de la planta adulta).

9. Requisitos importantes en el diseño de un área verde

El siguiente ejemplo sirve para detallar cada uno de los requisitos y criterios por considerar en el diseño de una zona verde:

Para comprender mejor, se debe iniciar desde el proyecto de jardinería, a nivel de diseño y ejecución de la obra en el que solamente se nos proporciona el plano de ubicación en la hidrozona urbana de riego, los límites del área a intervenir y el plano topográfico del terreno, con curvas de nivel.

a. Planos y levantamientos topográficos

Si se carece de planos, se tendría que efectuar un levantamiento topográfico del lugar con curvas de nivel si el terreno es irregular. Estos productos serán imprescindibles para calcular los movimientos de tierras y el diseño en general de toda la obra. Las escalas son de 1:100 para jardines reducidos, y de 1:250, 1:500 o 1:1000 en relación con la superficie a tratar. Se contempla en dichos planos la hidrozona urbana de riego a la que pertenece, la presencia de canales de cualquier índole, los tendidos eléctricos y cualquier otra referencia que deba ser respetada o modificada en función del proyecto que se va a diseñar (Vargas y Samaniego, s. f.).

b. Orientación solar

Es necesario conocer las orientaciones de las diferentes partes del terreno, debido a que de esta información dependerá el diseño y la ubicación de determinadas áreas. Se debe considerar que las orientadas al norte reciben poca insolación y, por el contrario, las más insoladas son las orientadas al sur. De esta manera, el éxito y mantenimiento de la mayoría de las plantaciones estarán fuertemente influenciados por la orientación que se les proporcione (Vargas y Samaniego, s. f.).

c. Vientos dominantes y polvo atmosférico

Conocer la dirección de los vientos dominantes sobre el área permitirá mitigar en parte sus impactos mediante acciones como la creación de muros verdes de arbolado, pantallas o setos ubicados con una orientación correcta. Del mismo modo, permitirá evitar el uso de especies poco resistentes en aquellas áreas de mayor incidencia (Vargas y Samaniego, s. f.).

d. Estudio del terreno

El conocimiento del área superficial de la parcela permitirá realizar movimientos de tierras para establecer desniveles, si no los hubiera, o aminorarlos, si fuesen muy evidentes. Sin embargo, cabe destacar que los desniveles naturales podrían brindar diversas opciones al diseñador. Del mismo modo, se deben considerar los desniveles asignados a la evacuación de aguas, los drenajes, etc. (Vargas y Samaniego, s. f.).

e. Estudio del suelo

Se debe estudiar la estructura del suelo y su textura, para que según eso efectuar las correcciones necesarias. Además, se debe realizar un análisis químico del suelo para determinar su pH, entre otros aspectos, y si fuese preciso y en la medida de las posibilidades, se harán las enmiendas convenientes (Vargas y Samaniego, s. f.).

Además, se deben tomar muestras de la capa superior y del subsuelo, debido a que el desarrollo de las raíces de plantas herbáceas y leñosas ocurre en capas distintas (Vargas y Samaniego, s. f.).

De esta manera, el conocimiento de los aspectos anteriormente mencionados permitirá tomar decisiones en relación con temas como abonados o estercoladuras de fondo (usar estiércol), además de la selección de especies vegetales aptas para las características de la estructura del suelo, entre otros temas (Vargas y Samaniego, s. f.).

f. Situación del área a intervenir y clima de la zona

Las diferentes características del terreno exigirán tomar precauciones respecto del tipo de plantas que se van a utilizar. Por ejemplo, en los sitios donde exista una gran proximidad del mar se deberán considerar los vientos con sal. Asimismo, en zonas con periodos de helada se precisará a tomar precauciones de abrigo y el no emplear de especies delicadas. Por otro lado, las temperaturas extremas en verano o mínimas en invierno forzarán a seleccionar plantas que puedan resistirlas (Vargas y Samaniego, s. f.).

g. Perspectivas, puntos de vista

Se deben considerar los puntos de vista existentes en el área verde, los potenciales puntos de acceso en relación con las vías de comunicación contiguas, las construcciones cercanas, entre otros aspectos muy útiles para la generación de espacios, nuevos puntos de vista y diferentes perspectivas. Esto también permitirá prever por dónde se realizará el acceso del público, para facilitararlo al máximo (Vargas y Samaniego, s. f.).

h. Usuarios

Las opiniones de los usuarios o beneficiarios de la próxima área verde son un criterio que la mayoría de las veces no es tomado en cuenta, aun cuando se busca que ellos se sientan a gusto y puedan satisfacer sus necesidades de recreación (Vargas y Samaniego, s. f.).

Como se conoce, toda área verde presenta un radio de influencia. Por ejemplo, un parque infantil tiene un radio de influencia de 200 a 300 metros y los senderos deben ser fáciles de recorrer a pie, sin obstáculos para la circulación (Vargas y Samaniego, s. f.). Por otro lado, un jardín o una plaza de algún barrio debe tener una zona de influencia de unos 500 metros, sin las exigencias de que sus accesos deben ser cómodos, mientras que un parque urbano puede presentar una zona de influencia de los 500 a los 1500 metros. Se enfatiza, además, que estas áreas verdes deben estar unidas mediante vías de comunicación debidamente arboladas (Vargas y Samaniego, s. f.).

En dichas áreas de influencia, las asociaciones de vecinos, la realización de encuestas y otras acciones relacionadas permitirán tener una idea general de lo que desea la población involucrada. Se debe enfatizar que ellos serán los principales usuarios y, por lo tanto, se debe recoger sus perspectivas al respecto (Vargas y Samaniego, s. f.).

i. Realización de bosquejos

Con todo el conocimiento adquirido sobre los diversos temas tratados anteriormente, es posible comenzar a diseñar sobre el plano aquellas áreas de la zona verde que se tengan visualizadas o que se crea necesario incluir, tales como pérgolas, zonas de juego, paseos, accesos, plazas, etc. Para ello, se deben trazar bosquejos sobre los que se podrá introducir posteriormente correcciones o modificaciones (Vargas y Samaniego, s. f.).

En el cuadernillo donde se desarrolla el plan, es necesario incluir dos columnas en las que se anotarán las características actuales del área y las características del futuro jardín, tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

Planeamiento de perspectivas del proyecto de jardín	
Características del área, construcciones existentes y usuarios-entorno	Características físicas del futuro jardín
Zona urbana	Jardín paisajista
Zona rural	Jardín abierto
Vistas bonitas o feas	Integrar u ocultar
Vegetación dominante	Identificar y graficar en el plano
Ubicación y altitud	Selección de especies
Situación de construcciones	Jardín abierto
Zonas de sol y sombra	Se trazarán en el plano
Clima y viento	Se seleccionará la especie adecuada
Riego y tipo de agua	Selección de especies
Calidad del terreno	Aplicar enmiendas
	Selección de especies
Forma de la superficie del terreno	Formación de niveles o lomas
Características y estilo de las construcciones	Seleccionar las especies adecuadas
Presupuesto: - Jardín económico - Jardín de costo regular - Jardín de costo alto	Están en función del número de movimientos de tierra, el predominio de elementos arquitectónicos, el predominio de macizos (tamaño, sustrato, tiempo de cultivo y velocidad de crecimiento, cuidados en vivero)
Usuario	Seleccionar especies, zonificar, sectorizar, incluir elementos de uso específico
Niños, familias, ancianos	
Clientes	Prepararlo para esas fechas
Época de mayor uso	
Preferencias	Incluir especies predilectas y aromáticas para casas

10. Pasos para el desarrollo del proyecto de diseño de áreas verdes

- Descripción del plan
- Elaboración del diseño preliminar del terreno o primer plano
- Selección de la lista de elementos no vegetales e inclusión en el segundo plano
- Elaboración del segundo plano de elementos no vegetales
- Elaboración del tercer plano con la indicación de macizos y especies seleccionadas en función de la disponibilidad de agua que corresponde a la hidrozona urbana de riego donde se ubica

- f. Stock de plantas en vivero y visita a otros viveros para ver la disponibilidad de plantas en el mercado, con el fin de considerarlas en el proyecto
- g. Elaboración del cuarto plano definitivo, que integra todo y solo considera las plantas disponibles
- h. Registros de plantas y elementos de infraestructura

11. Elaboración del proyecto de jardín

Para proyectar el establecimiento de áreas verdes privadas o públicas, se deberá elaborar el proyecto respectivo, que podrá ser simple o muy técnico y detallado para profesionales.

11.1. Documentos usados para elaborar un proyecto de jardín simple

En el caso del proyecto de jardín para aficionados, este se realizará en unas tres hojas de papel y su expediente comprenderá los siguientes documentos:

- a. La memoria descriptiva, en la que se indicará la fuente de agua disponible en la hidrozona urbana de riego donde se ubica, la categoría de clasificación del jardín, las características, el estilo, las especies de plantas, los elementos decorativos y el riego.
- b. El pliego de condiciones indica los requerimientos técnicos, botánicos, la infraestructura, los suelos y las plantas. Se utiliza en caso de tercerización del espacio de área verde.
- c. El presupuesto se desglosa en partidas, desde el movimiento de tierras, para totalizar el presupuesto unitario por metro cuadrado. Para el caso de las áreas verdes públicas, se ceñirá a los lineamientos y procedimientos programáticos sobre inversión pública que establece el Ministerio de Economía para todas las instituciones públicas.

11.2. Documentos usados para elaborar un proyecto de jardín para profesionales

En el caso del proyecto de jardín para profesionales, este se realizará en forma detallada y minuciosa incluyendo planos a escala y otros detalles de ingeniería especializada necesarios para el establecimiento de áreas verdes de tamaño mediano a grande, por lo que su expediente requiere la elaboración de los siguientes documentos: memoria descriptiva y sus anexos, planos que se consideran en el diseño de áreas verdes, pliego de condiciones, mediciones y presupuesto.

Memoria descriptiva

Consiste en un texto en el que se desarrollan y explican los detalles del jardín, ya sean los trabajos que se llevarán a cabo, el diseño que se ha realizado u otros aspectos. Comúnmente, se adjuntan en los anexos de la memoria cuadros de datos, listas de las especies de plantas, cuadros del clima, etc. (Vargas y Samaniego, s. f.).

- Identificación de la hidrozona urbana de riego a la que pertenece el área verde
- Clasificación del área verde
- Descripción de toda el área por habilitar
- Descripción del clima y suelo
- Estudio paisajístico del entorno del área por habilitar
- Estilo proyectado del área por habilitar
- Descripción de accesos, caminos y de la distribución del jardín en zonas determinadas
- Trabajos por realizar:
 - Limpieza de la parcela
 - Remoción de tierras y obras de drenaje
 - Obras de albañilería
 - Colocación de infraestructura de riego e iluminación
 - Trazo y construcción de caminos
 - Preparación del terreno
 - Replanteo de los planos en el terreno y elaboración del cronograma de trabajo
 - Establecimiento de césped con macizos florales, arbustos y árboles según diseño
- Movimiento de tierras
- Preparación del suelo para habilitación de jardines
- Sistemas de drenaje

- Sistema de riego
- Caminos y accesos
- Obras de albañilería
- Juegos de aguas
- Iluminación
- Instalaciones deportivas de juego
- Elementos ornamentales
- Señalética para jardines públicos
- Especies vegetales que se van a utilizar, con fichas técnicas
- Replanteo de planos
- Apertura de hoyos y plantación
- Conservación de plantaciones
- Presupuesto final (alto, regular, bajo)
- Documentos del expediente técnico del proyecto

Anexos de la memoria descriptiva

- Datos del clima
- Análisis de suelo
- Relación de plantas existentes
- Metrado y cálculos de riego, drenaje y plantaciones
- Análisis del agua de riego
- Caminos
- Obras de albañilería
- Juegos de agua
- Iluminación de instalaciones deportivas y de juego
- Relación de plantas que se van a utilizar (cantidad y especies)

Planos considerados en el diseño de áreas verdes

Normalmente, se elabora un plano general y uno de situación, más los respectivos planos de red de electricidad, jardinería, obra civil y de electricidad. Además, según el tipo de obra, y si se estima pertinente, se tendrá planos de detalles o parciales. La escala que se utilizará será influenciada por el tamaño del jardín y de los aspectos que se desean reflejar para que estos sean muy visibles (Vargas y Samaniego, s. f.).

- Plano de ubicación
- Plano de planeación existente antes del proyecto
- Plano de sistema de riego
- Plano de alumbrado
- Plano general de habilitación de áreas verdes, césped, arbustos, árboles
- Planos de detalles
- Planos de perfiles
- Planos de perspectivas

Condiciones para el establecimiento, mantenimiento y conservación de una área verde

Son los requerimientos mínimos de los diversos materiales que se emplearán en el establecimiento del área verde, tanto los vegetales como los que sean imprescindibles para llevar a cabo la obra, los cuales son descritos según el tipo y la calidad que deben cumplir. Igualmente, se describen y establecen protocolos o reglas en relación con la forma de ejecutar las actividades. Los ingenieros o contratistas que ejecutan el proyecto de habilitación de nuevas áreas verdes o de establecimiento de arbolado urbano deberán atenerse a las condiciones de estos requerimientos mínimos, que se pueden presentar como un plan o un pliego de condiciones.

El pliego de condiciones generalmente es utilizado para tercerizar y concesionar el servicio a una empresa profesional en áreas verdes; por tanto, es utilizado como requerimiento mínimo en las licitaciones.

a. Condiciones para el establecimiento de áreas verdes **Generalidades**

- a.1. Legislación aplicable, como Reglamento de Edificaciones y ordenanzas
- a.2. Legislación ambiental aplicable

- a.3. Uso permitido de insecticidas
- a.4. Alcance del pliego y cumplimiento en la ejecución, omisiones de ser necesaria su ejecución
- b. Condiciones de los materiales a utilizar**
 - b.1. Aceptación o rechazo
 - Condiciones de evaluación y aceptación de insumos
 - Condiciones de inspección y pruebas
 - Condición de sustitución
 - b.2. Suelo
 - Condiciones de los tipos de suelo necesarios
 - Condiciones de fertilidad del suelo
 - Condiciones de modificaciones y enmiendas
 - Condiciones de tipo y calidad de abonos orgánicos
 - Condiciones de abonos minerales
 - Condiciones de profundidad de suelo para las flores, arbustos y árboles
 - b.3. Agua
 - Condiciones de pH del agua
 - b. 4. Arena del río
 - Condiciones de la arena del río
 - b.5. Palos de eucalipto
 - Condiciones de los palos de eucalipto
 - b.6. Otros materiales
 - Condiciones específicas de otros materiales
 - b.7. Plantas
 - Condiciones de dimensiones y características de las plantas, esquejes, champas, flores, arbustos y árboles, y del cepellón de árboles grandes y arbustos
 - Condiciones específicas de las plantas

- Condiciones de presentación y conservación de las plantas
- Condiciones de la poda de copa y raíces de árboles

b.8. Semillas

- Condiciones mínimas de poder germinativo y de conservación de presentación hermética
- Condiciones de garantía

c. Condiciones de operación para la habilitación de áreas verdes

c.1. Medidas de movimiento de tierras

- Condiciones de medición de volumen, despeje y desbroce de residuos por m³
- Condiciones de aportación, medición e incorporación de sustratos preparado por m³
- Condiciones de nivelación, excavación y medición por m²

c.2. Medidas o unidades de obra para la habilitación de áreas verdes

- Condiciones de levantamiento y trasplante
- Condiciones de limpieza y reubicación de plantas existentes, abonado
- Condiciones de preparación de suelo, siembra y colocado de césped
- Condiciones de plantación de árboles grandes o muy grandes, y de reposición de plantas
- Condiciones de establecimiento del sistema de riego

d. Condiciones para el mantenimiento y la conservación de áreas verdes

- Condiciones del alcance de la conservación de césped, plantas de flor, arbustos, árboles, sistema de riego y equipamiento
- Condiciones de conservación y mantenimiento de césped
- Condiciones de conservación y mantenimiento de arbustos
- Condiciones de conservación y mantenimiento de árboles
- Condiciones de conservación y mantenimiento del sistema de riego
- Condiciones de cuidado, operación y mantenimiento del equipamiento

Aspectos para considerarse en las mediciones y presupuesto de obras de habilitación de áreas verdes

Se puede elaborar tres propuestas de presupuestos (alto, regular y bajo) para finalmente escoger el mejor. Hay que considerar el costo estimado de las obras por concepto de habilitación de áreas verdes. Ocasionalmente, se suele agregar los precios descompuestos para cada una de las unidades de la obra, en los cuales se disgrega el costo de las variables que forman parte de cada precio unitario de obra (Vargas y Samaniego, s. f.).

Las obras de habilitación suelen constar de varias partes como:

- a. Mediciones o cubicaciones de las unidades de obra de habilitación de áreas verdes
- b. Cuadro de precios unitarios y descompuestos de las unidades de habilitación de áreas verdes
- c. Elaboración de los presupuestos parciales sobre la base de los precios unitarios y de la cubicación
- d. Elaboración del resumen del presupuesto de ejecución material de todos los presupuestos parciales
- e. Presupuesto para ejecución del proyecto y dirección de las obras de habilitación de áreas verdes
- f. Elaboración del presupuesto general sobre la base de los anteriores presupuestos (d y e)

11.3. Actividades generales para la ejecución del proyecto de jardín

Una vez aprobado el proyecto y contratada su ejecución, se desarrollan los siguientes trabajos, en cierto orden prioritario y lógico:

a. Señalización sobre el terreno y replanteos

A través del uso de winchas, teodolitos, niveles, etc., se irán señalando sobre el área, con ayuda de yeso, estacas, etc., los diferentes elementos que presentará el jardín según como están representados en los planos, y se tomarán en cuenta las remociones de tierra y la creación de zanjas de drenaje, entre otras tareas (Vargas y Samaniego, s. f.).

b. Movimientos de tierra

Estos trabajos son realizados por la maquinaria pesada. El propósito es dar la forma deseada a la parcela, para lo cual se abren zanjas para drenajes, se cavan hoyos para piscinas o estanques, se retira el desmonte y las piedras, etc. (Vargas y Samaniego, s. f.).

c. Obra civil

Se llevan a cabo obras de construcción (infraestructura del jardín), tales como disposición de bordillos, asfalto, arquetas, canalización (pequeñas alcantarillas), pérgolas, escaleras, etc. Además, se añade la tierra necesaria, musgo, humus, entre otros. Podemos incluir la plantación de considerables especies arbóreas, las cuales podrían ser trasplantadas, lo cual exigiría el uso de maquinaria pesada (Vargas y Samaniego, s. f.).

d. Instalación de electricidad e infraestructura de riego

Se abren las zanjas en tierra blanda para instalar cables de luz y tuberías destinadas al riego. Cabe resaltar que las actividades que requieran del terreno duro se habrán llevado a cabo durante la realización de la obra civil (Vargas y Samaniego, s. f.).

e. Preparación del terreno para la plantación

Involucran actividades de roturado y rastrillado. Además, se perforan hoyos para plantar árboles y arbustos. Se rotura y voltea el suelo; se retiran piedras, desmonte o afirmado; y se incorpora tierra de chacra, si es necesario, y abonos orgánicos (Vargas y Samaniego, s. f.).

f. Acabados finales

Ubicación definitiva de los elementos de riego, aspersores, luminarias, etc., para luego seguir con la plantación de borduras, macizos, etc., y, finalmente, la siembra del césped.

MÓDULO

4

Proceso de establecimiento, mantenimiento y conservación de áreas verdes



MÓDULO

4

Proceso de establecimiento, mantenimiento y conservación de áreas verdes

1. Establecimiento de áreas verdes

El establecer un área verde es una obra compleja que puede incluir obras de infraestructura, edificaciones, instalaciones e incluso la presencia de ornamentos y áreas con diferentes propósitos de acuerdo con las necesidades (ver figura 1). La complejidad de todo supone realizar un trabajo multidisciplinario y es necesario emplear a personal calificado para elaborar el proyecto (Gil-Albert, 2016).

En el proyecto de ejecución, la última etapa implica establecer los elementos vegetales, para lo cual ya deberían estar ejecutadas las obras de riego, drenaje, edificaciones, instalaciones e infraestructuras de bombeo, entre otros elementos (Gil-Albert, 2016).



Figura 1. Jardín de los Espejos en el Parque de las Leyendas

En la jardinería, las condiciones del clima y las características químicas, físicas y biológicas del suelo definen el establecimiento de plantas y árboles. Partir de una fecha de inicio distinta a la técnicamente recomendable obliga a modificar toda la programación de trabajos e incluso a variar de forma sustancial los planteamientos iniciales, lo que puede significar variaciones presupuestarias (Gil-Albert, 2016).

En los proyectos de jardinería es complicado prever todos los condicionantes que se pueden presentar, lo que complica el cumplimiento de la programación de los trabajos, ya sea de mantenimiento o establecimiento (Gil-Albert, 2016).

En un proceso normal, lo ideal sería terminar todas las obras e instalaciones a finales de verano, de forma que los trabajos de jardinería se puedan iniciar en otoño y sin interferencias; pero esta situación se consigue pocas veces y, para adaptarse a todas las interferencias que puedan surgir, es preciso conocer una serie de técnicas alternativas e insumos mejoradores del suelo, que debemos considerar normales (Gil-Albert, 2016).

El establecimiento de un jardín es una tarea en la que cabe destacar dos fases:

1. La primera fase está determinada por las siguientes actividades:
 - Zonificación, marcaje y replanteo del jardín.
 - Distribución y diseño de macizos presentes en el área pública.
 - Preparación o roturación del suelo, lo que permite mejorar su aireación, sus macro/microporos y sus propiedades físicas, como la textura. Para ello, es recomendable roturar hasta 20 cm de profundidad para la siembra de plantas ornamentales (estacionales, semiperennes, perennes y arbustivas).
 - Abonamiento de suelo, dosis y tipo de abono, que está en función del requerimiento nutricional de las plantas, árboles, arbustos, cubresuelos, etc.
 - Nivelación de suelo, que permite la distribución homogénea del recurso hídrico e impide la acumulación de agua, que puede causar la muerte de las plantas por asfixia (falta de oxígeno) o pudrición radicular.
 - Eliminación de los residuos generados por la preparación de suelo (restos vegetales, materiales de construcción, etc.).

Las actividades descritas en esta fase son de suma importancia porque permiten brindar las condiciones propicias para el futuro desarrollo de las plantas a establecer.

2. La segunda fase es aún más importante porque estas actividades determinan el éxito de la implementación del área verde.

- Apertura de zanjas y hoyos de plantación en función del distanciamiento y la especie que se va a sembrar.
- Para el caso de siembra de césped, se tiene que realizar en bloques o tepes de 25 x 25 cm. A nivel radicular, debe tener una capa de tierra agrícola de textura franco-arenosa para garantizar un buen prendimiento.
- Plantación de árboles, especies arbustivas, especies ornamentales estacionales, perennes, semiperennes. Se debe tener cuidado con las raíces, porque al dañarlas se pueden producir infecciones causadas por hongos, bacterias, nematodos, etc.
- Cuidados iniciales, posplantación y prácticas complementarias.
- Riego preliminar de establecimiento por la mañana y la tarde, que depende de la ubicación del área verde, el diseño y las condiciones climáticas. La presente actividad define el éxito del prendimiento de las plantas y el césped. El primer riego de las plantas se efectúa por inundación, lo que permite mitigar el estrés de la demanda hídrica causada por el cambio de ambiente de desarrollo.
- Riego de mantenimiento de los árboles, arbustos, flores y césped, preferible en las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde.
- Primer corte de césped, que se debe llevar a cabo luego de 20 días de haberlo plantado, con la finalidad de hacer el despunte.

Para la implementación de futuros diseños de áreas verdes, se recomienda utilizar un 25 % de especies de plantas xerofitas oriundas o introducidas, que puedan tolerar elevadas temperaturas y exigencias hídricas.

2. Mantenimiento y conservación de áreas verdes

Una vez establecida el área verde por las municipalidades y las empresas contratistas, se procede a levantar el acta de entrega, en la que se consignan la infraestructura de equipamiento y la cantidad de las especies de plantas recibidas. Asimismo, se elabora el plan de gestión para su mantenimiento y conservación, el cual deberá contener la siguiente información, que servirá para el correcto planeamiento de las labores o actividades que se deben realizar:

- Superficie del área verde habilitada
- Superficie de césped
- Superficie de macizos y cercos arbustivos
- Cercos de arbustos
- Cantidad de arbolado

- Infraestructura de riego operativa
- Equipamiento mayor y menor disponible
- Herramientas disponibles
- Cantidad de operarios jardineros para su mantenimiento y conservación
- EPP de acuerdo con la actividad a desarrollar

3. Programaciones de mantenimiento y conservación

La calidad de un área verde depende principalmente de la programación mensual y anual —como se observa en el cuadro de planeamiento— y de la adecuada disponibilidad de personal para las siguientes actividades de mantenimiento:

- Programación del riego del césped, los macizos de flores, los arbustos y los árboles
- Programación del abonado orgánico y mineral del césped y de las demás plantas establecidas
- Programación del aireado del césped
- Programación del perfilado del césped
- Programación de la escarda o retiro, manual o químico, de malas hierbas del césped
- Programación de escarificado del césped
- Programación de corte del césped
- Programación de la escarda de malas hierbas y del roturado del suelo donde se encuentran los macizos de flores, arbustos y árboles
- Programación de la evaluación y atención fitosanitaria preventiva del césped, los macizos de flores, los arbustos y los árboles
- Programación del recibado de desniveles en el césped
- Programación del recibado de caminos, senderos, zonas de quioscos, restaurantes, y zonas de deportes y de juegos infantiles
- Programación de la inspección y reparación de bancas y juegos infantiles
- Programación del pintado y esmaltado de pérgolas y mobiliario urbano
- Programación del pintado de sardineles, rejas y muros perimetrales
- Programación de la limpieza y el retiro de residuos de las áreas verdes

- Programación de la limpieza y el retiro de residuos sólidos generados por los usuarios
- Programación del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes y la infraestructura de sistema de riego tecnificado
- Programación del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes y la infraestructura de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)
- Programación de las labores de reposición y resiembra de césped, plantas de flor, arbustos y árboles
- Programación de reposición en areneros y en mobiliario de juegos infantiles
- Programación de reposición de mobiliario de descanso y de servicios para los usuarios
- Programación de reposición de elementos de la red de riego, mangueras, tuberías, aspersores, válvulas, etc.
- Programación de podas de formación, mantenimiento, seguridad, limpieza, aclareo, etc., de los árboles
- Programación del mantenimiento preventivo o correctivo de la maquinaria para el mantenimiento de áreas verdes
- Programa de formación y sensibilización a los trabajadores, sobre el mantenimiento de las áreas verdes

4. Cantidad de personal jardinero necesario para el mantenimiento y conservación de las áreas verdes

La cantidad de personal jardinero está directamente relacionada con lo siguiente:

- Las labores o actividades programadas para la conservación y el mantenimiento de las áreas verdes son variables en función del tipo o clase de área verde.
- Los rendimientos para realizar estas labores varían en función de la extensión, la disponibilidad de agua, la forma de riego, el diseño, la infraestructura de riego, el número de operarios jardineros, entre otros aspectos.
- La experiencia en las actividades de jardinería.

Los factores que hacen que los rendimientos sean diferentes son los señalados a continuación:

- Tipos de diseño. Las áreas grandes permiten su mecanización.

- Infraestructura. Una infraestructura más tecnificada necesita menos mano de obra.
- Climatología. Puede variar si hay escasez del recurso hídrico.
- Topografía. Influye en el rendimiento y desarrollo de labores si el área verde está en terrenos con pendiente.

La unidad básica de producción para el sostenimiento de áreas verdes son las UTH (unidad técnica de hombre por unidad de superficie, UTH/ha), que corresponde al número de operarios jardineros por hectárea y por año. Se establecen como media anual y son equivalentes a puestos de trabajo. En áreas verdes con mantenimiento no muy intensivo se tiene una UTH de 1 hombre/ha; cuando es altamente tecnificado, tendremos hasta 0,5 UTH/ha, es decir, 2 hombres por hectárea.

5. Plantas que se usarán en un área verde

Generalmente, se usan plantas variadas, con el objeto de evitar un aspecto monótono, así como para adaptar la decoración del jardín de acuerdo con la sección, ya sea una pared, un muro bajo, una ventana, un camino de entrada, etc.

Las plantas del jardín pueden presentarse en los siguientes grupos:

- a. Árboles
- b. Arbustos
- c. Plantas de complemento
- d. Plantas de flores de estación y plantas de flor perenne
- e. Plantas trepadoras y enredaderas
- f. Plantas decorativas especiales
- g. Plantas cubresuelos
- h. Palmeras

6. Árboles

Con referencia al arbolado urbano, se puede encontrar información detallada en el manual de silvicultura urbana y periurbana.

Los árboles presentan un desarrollo bastante grande, además de ser perennes, de tronco leñoso grueso. Por lo general, presentan un solo tronco o fuste principal, que puede bifurcarse o, en algunas ocasiones, trifurcarse. Presenta copa y follaje definidos.

En relación con los árboles, hay que tener presente lo siguiente:

- Los árboles, para sembrarse, deben estar de acuerdo con el tamaño del área verde y su propósito, es decir, hay que tener en cuenta la cantidad de sombra que se desea, follaje vistoso, fragancia, hábitat para fauna asociada, aprovechamiento de frutos, floración, etc., además de las secciones que se proyecta preparar con otras plantas, como flores y sus necesidades.
- Cuando se siembra un árbol, se debe cumplir con la siguiente especificación técnica: la altura del árbol promedio que se va a sembrar no debe ser menor a 2,5 m de altura por aproximadamente 6 cm de diámetro de fuste, el fuste tiene que ser recto, con copa formada y sana.
- Los árboles seleccionados deben estar en buen estado fitosanitario, es decir, libres de plagas y enfermedades (hongos, virus, bacterias, nematodos, etc.).
- La distancia de siembra de los árboles debe estar en función de la especie, pues sembrar árboles con alta densidad dificulta su desarrollo, ya que entran en competencia por nutrientes, luz, etc. Esto afecta su desarrollo fisiológico y produce árboles débiles por su crecimiento vertical exagerado en busca de la luz, lo que los hace susceptibles al acame.
- Para plantar árboles en zonas colindantes a las paredes, estos deben ser de menor tamaño de acuerdo con su fisiología y su sistema radicular, con la finalidad de no suprimir la luz ni el espacio.
- Los árboles sembrados al centro de un jardín tienden a reducir notablemente el tamaño de este.
- Para plantar un árbol hay que considerar sus características morfológicas: especie, tipo de copa, tamaño, tipo de sistema radicular y lugar de siembra para que, cuando sea grande, no suprima la luz de una determinada área pública o colindante con un área privada.
- Los árboles pueden ser de follaje perenne y caduco. Estos últimos son los que pierden casi totalmente su follaje en invierno. En algunos casos, conviene un árbol caduco, pues dará suficiente sombra en el verano cuando hay un exceso de iluminación, y luego, en el invierno, no suprimirá la luz en los días nublados.
- Por lo tanto, especies de árboles de tamaño mediano a alto no deben sembrarse en zonas colindantes o cercanas a una pileta, espejo de agua, etc., porque al momento de eliminar o cambiar las hojas caducas estas ensuciarán el lugar y pueden generar un impacto negativo.

- En zonas cercanas a las piletas, espejos de agua o piscinas deben plantarse árboles o plantas arbustivas como lúcumos, mameyes y chefleras, que tienen hojas grandes, fáciles de recoger y que pierden pocas hojas al mes.
- Hay árboles que tienen, preferencialmente, crecimiento vertical, como cipreses, pinos, araucarias, etc. Este tipo de árboles son buenos para ambientes expuestos a corrientes de aire y aminorarán la caída de árboles más susceptibles.
- Por otro lado, hay árboles que presentan un mayor desarrollo lateral, por lo que producen una sombra densa bajo la copa. Estos son los más indicados cuando se busca un ambiente más especial, como un patio, una ventana muy expuesta al sol o un rincón sombreado para sembrar plantas y flores especiales debajo de ella.
- Algunos árboles poseen un sistema radicular muy fuerte y pueden levantar pisos superficiales de patios, veredas, inclusive malograr tuberías y desagües, por lo que se debe planificar la poda de sus raíces y verificar su ubicación exacta antes de sembrarlos.
- En áreas que presenten cableados de servicios eléctricos, telefonía, televisión por cable, etc., se deben seleccionar especies arbóreas o arbustivas de porte mediano a bajo, con una altura no mayor a 5 m, con la finalidad de que cuando se desarrollen no sean invasivas (ver figura 2).



Figura 2. Poda de mantenimiento de ramas bajas. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

- Finalmente, también se pueden considerar dos tipos de árboles según el fin que se desea, de follaje vistoso y floración atractiva. Algunas de las especies más usadas en Lima son jacarandá, tipa, cedro, melia, mimosa, parkinsonia, chorisia, ficus, tulipán africano y otros.

6.1. Árboles según su época de floración

La época de floración de algunos árboles se muestra a continuación:

Primavera

Algarrobo, caucho, ceibo, cresta de gallo, calistemo, ficus, grevillea, huaranguillo, huaranhuay, ligustrum, manzano, melocotonero, mimosa, parkinsonia, tara, tulipán africano, tabebuia, tulipán africano, sakura, fresno, etc.

Verano

Algarrobo, caoba, calistemo, cassia de capullo, casuarina, ceibo, cedro cresta de gallo, falso boliche, fresno, grevillea, huaranguillo, huaranhuay jacarandá, lagerstroemia, ligustro, magnolia, melia membrillero, mimosa, molle costeño, molle peruano, oreja de negro, papelillo, palmera abanico, palmera fénix, palmera hawaiana, palmera roja, palmera verde palo verde, parkinsonia, pata de vaca, Pithecellobium, ponciana, tabebuia, tipa, tulipán africano, etc.

Otoño

Albizia, ceibo, ciprés, cítricos, eucalipto de costa, eucalipto de sierra, huaranhuay, magnolia, mimosa, tulipán africano, etc.

Invierno

Cardenal rojo, cardenal blanco, cardenal blanco enano, casuarina, mioporo, mora, etc.

7. Arbustos

Los arbustos deben ser de tamaño intermedio, y con respecto a ellos se pueden dar las siguientes pautas:

- Se seleccionan de acuerdo con el follaje vistoso o sus flores. Son muy utilizadas en la ciudad las siguientes especies: acalifa roja, acalifa verde, crotón, cucarda, abutilón, sanchezia, aralia, granado, laurel, murraya, tecomaria, plumbago, ligustro, durante limón, durante variegada y otros.
- De preferencia, deben sembrarse cerca de las paredes que rodean el jardín para evitar su acortamiento, aunque en jardines grandes, en forma de grupos, dan una mayor sensación de decoración, pues acortan superficies muy grandes y desnudas (ver figura 3).



Figura 3. Mantenimiento de cerco de arbustos

- Generalmente, se desarrollan mal cuando se les coloca bajo la sombra de árboles por la falta de luz, por lo que, en lo posible, deben recibir sol directo, sin competencia de árboles ni tampoco entre ellos mismos.

Los arbustos se pueden clasificar según su coloración, requerimiento de luz, calidad de suelo, resistencia a la brisa marina, forma, tolerancia a las plagas y época de floración, como se muestra a continuación.

7.1. Coloración presente

Hojas

Crotón limón (amarillo con verde), crotón (rojo, lila y amarillo), acalifa (roja o verde con borde amarillo), brenia (roja o blanca con verde), ficus benjamina (amarillo con verde).

Flores

Plumbago (flores de color azul, celeste y blanco), abutilón (flores de color rojo), limpiabotella (flores de color rojo), cucarda (flores rojas, amarillas o anaranjadas), retama (flores amarillas), laurel rosa (flores rojas y blancas), laurel rosa enano (flores lúcuma), floripondio (flor blanca), cardenal (hojas modificadas de color rojo), fucsia (flor roja, roja con lila o con blanco).

7.2. Requerimiento de luz

Arbustos que requieren mucha luz

Cardenal, cucarda, ficus benamina, laurel rosa, schefflera, yuca, lantana, retama, duranta, alternanthera fucsia, etc.

Arbustos que requieren semisombra

Dieffenbachia, dracaena, brenia, hortensia, fucsia, ixora, gardenia, etc.

7.3. Según calidad de suelos

Arbustos rústicos o poco exigentes en suelos

Laurel rosa, granado, lantana, retama, cucarda, duranta, etc.

Arbustos muy exigentes en suelos

Brenia, ixora, fucsia, cardenal, francisquita, alternanthera fucsia, etc.

7.4. Resistencia a la brisa marina

Cocoloba, laurel rosa, floripondio, etc.

7.5. Forma

Forma rellena

Laurel rosa, plumbago, hortensia, retama, etc.

Forma de sombrilla

Cardenal, floripondio, suche, calliandra, etc.

7.6. Tolerancia a plagas y enfermedades

Toda planta sometida a un ambiente inhóspito es más sensible a las plagas y enfermedades. Como consecuencia de las condiciones inadecuadas para su crecimiento, la planta tiende a producir frutos y, por lo tanto, flores para perpetuar su especie.

Por ello, mientras más parecido es el ambiente de la planta a su lugar de origen, mejores serán las condiciones para su crecimiento y su resistencia a las plagas y enfermedades.

Arbustos de sombra sometidos a exceso de sol o viceversa serán más sensibles a plagas y enfermedades.

Arbustos sensibles a plagas y enfermedades

Brenia, fucsia, lantana con exceso de sol, choclo de oro, etc.

Arbustos resistentes a enfermedades

Cucarda, laurel rosa, dieffenbachia o alita de ángel, dracaena, alternanthera, fucsia, duranta, etc.

Cabe indicar que todas las plantas y árboles son tolerantes al ataque de plagas y enfermedades producidas por diferentes microorganismos; estos, a su vez, se asocian con la fertilidad del suelo y fertilizaciones foliares que compensan los micronutrientes escasos en el hábitat de su desarrollo.

7.7. Época de floración de arbustos

Según la época de floración de algunos arbustos:

Invierno

Camelia, entre otras.

Primavera

Abutilón, francisca, camelia, duranta, cardenal, gardenia, hortensia, ixora, choclo de oro, pittosporum, etc.

Otoño

Cardenal, hypericum, suche, etc.

Verano

Cola de gato, francisca, cotoneaster, cucarda caducifolia, hortensia, hypericum, ixora, laurel rosa, choclo de oro, pittosporum, suche, granado, granado enano, pyracantha, thevetia, bola de nieve, etc.

7.8. Arbustos que florecen todo el año

Choclo de oro, beloperone, coccoloba, floripondio, fucsia, cucarda, lantana, falso abutilón, rosa, mermelada, etc.

Los operarios acostumbran a amarrar los arbustos a las paredes para que la planta desarrolle altura rápido, sin engrosar el tallo en la base y que ceda la copa del arbusto por el peso. Se debe evitar ubicarlas cerca de las paredes, aparte de corregir con un buen manejo de poda de la copa para estimular nuevos brotes. Luego de esta práctica, y para que la composición se vea óptima, se acude a plantas de porte más bajo para rellenar estas secciones.

8. Plantas de complemento

Las llamadas plantas ornamentales de hoja o de complemento son una serie de especies de distintos tamaños, colores, formas, etc., pero que presentan como característica común un desarrollo limitado, especialmente en altura.

Se usan para ornamentar la parte baja de los árboles y arbustos, así como, en muchos casos, para complementar zonas vacías del jardín y algunas jardineras, con el objeto de proporcionar toques de color que rompan la monotonía del verde.

Como ejemplo tenemos la cineraria marina, planta de color similar al plateado, además de las zebrinas, tradescantias, sanguinarias, pileas, dichondras, cinta de novia, dusty miller, alternanthera fucsia, durante amarilla o durante limón, etc. Hay gran variedad de tamaños, formas y colores. Se usan formando conjuntos de una sola clase o también combinando dos o más de ellos, según el gusto del interesado.

Generalmente, las plantas de complemento no son impedimento para la existencia de plantas mayores, pues la mayoría pueden vivir en sol y sombra. Solo las llamadas plantas de interior pueden resistir con éxito la sombra de un árbol frondoso (ver figura 4).



Figura 4. Mantenimiento de plantas de complemento. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

9. Plantas de flor de estación y perennes

Las plantas de flor de estación y las plantas perennes de flor dan un toque especial de color al jardín y, en muchos casos, sirven para la decoración de los parques.

Al respecto se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- La gran mayoría de las flores de estación que se cultivan en el país dan mejores resultados durante el invierno. La estación más adecuada para la floración es la primavera y, generalmente, decaen en verano.

- Las más usadas son phloxes, petunias, alhelíes, dogos, caléndulas, pensamientos, dalias, pansy, violas, marigold, dhiantus, salvia, empatiens, verbena, crisantemos, etc. También hay un grupo más reducido de flores de estación apropiadas para el verano y entre ellas destacan zinnias, celosías, vinca, cosmos, gazannia, etc.
- Es muy conveniente plantar mezcladas o en grupos plantas de flores de estación y plantas perennes de flor, pues durante la época en que las de estación están pequeñas o declinando, las otras mantienen un toque de colorido (ver figura 5). Entre las plantas perennes de flor más cultivadas se pueden mencionar gerberas, nardos, eucarys, begonias, agapantos, strelitzia, pelargonium (geranio, hiedra), florida, etc.



Figura 5. Mantenimiento de plantas perennes. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

- Las rosas constituyen un módulo especial entre las flores del jardín. Muchos las consideran la reina de las flores, pero como plantas son poco atractivas, por lo que se aconseja no sembrarlas solas o en grupos de rosales, sino en una posición intermedia, con un cerco de arbustos como fondo y un relleno bajo delante, de manera de que la planta quede confundida entre la vistosidad del resto.
- Las rosas son flores muy bellas, pero se debe tener presente que solo algunos rosales florecen copiosamente y que la gran mayoría de las rosas finas especiales dan muy pocos botones por año.

9.1. Plantas ornamentales estacionales, perennes según estación

La época de floración de algunas plantas de flor se muestra a continuación:

9.1.1. Época de floración

Invierno

Verbena, balsamina, caléndula, coleus, crisantemo, heliotropo arborescens, lantana, margarita, pensamiento, primula, petunia, portulaca, kochia, coreopsis, gallardia, gerbera, girasol, marigold, salvia roja, statice, verbena, margarita africana, geranio, phlox, canna, etc.

Verano

Coreopsis, celosía, girasol, zinnia, clavel chino, gazania, geranio, achira, cosmos, dalia, etc.

Otoño

Petunia, salvia roja, dogo, alhelí, aster, cineraria, etc.

Primavera

Dogo, marigold, salvia roja, alhelíes, pensamientos, petunias, phlox, verbena, penta, etc.

9.1.2. Plantas permanentes ornamentales

Hypoestes, pentas, ageratum, alyssum, begonia, browallia, coleus, cuphea, dianthus, verbena, vinca, rosa, canna, statice, heliotropo, euphorbia, margarita africana blanca, margarita amarilla, helenium, gypsophila, etc.

10. Plantas trepadoras y enredaderas

Las enredaderas son especies vegetales de tallo variable o trepador que se enreda en otras plantas o palos, por lo que no pueden crecer sin soporte alguno. Sin embargo, algunas pueden ser manejadas por medio de podas para formar arbustos, como la buganvilia. Algunas enredaderas presentan zarcillos, como la pyrostegia, u hojas modificadas, como las hederas, para ayudarse a trepar por las paredes. Ciertos zarcillos y raíces adventicias tienen la capacidad de secretar goma para ayudar a la planta a adherirse a las paredes, tal es el caso del *Ficus repens* o la costilla de Adán.

Según su forma de crecimiento, las enredaderas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Trepadoras, como la rosa silvestre, los jazmines o la buganvilia.
- Aquellas que se enroscan encima de un soporte, como el tacón o la gerbera, la hiedra amarilla, etc.

Antes de sembrar una enredadera, debemos tener en cuenta el color de su flor, su periodo de vida, su época de floración, su rapidez de crecimiento y su forma de crecimiento. De esta manera, podremos determinar el lugar donde la vamos a sembrar según el objetivo por el cual la elegimos.

10.1. Poda de plantas trepadoras y enredaderas

Las enredaderas pueden ser manejadas mediante la poda. Esta debe realizarse una vez al año, de preferencia a inicios de la primavera, durante los meses de septiembre y octubre, cuando la planta tiene un crecimiento lento y pocas hojas nuevas.

Al realizar la poda de las enredaderas, es necesario tener en cuenta el equilibrio de la planta con respecto a sus raíces (ver figura 6). Si estas no se encuentran aún desarrolladas del todo, la planta puede caerse por el sobrepeso de la parte aérea.

Las plantas enredaderas y las trepadoras pueden recibir cuatro tipos de poda.



Figura 6. Mantenimiento de enredaderas. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

Poda de formación

Cuando se va a plantar, en lugar de dejarla crecer sin control, se puede corregir la formación mediante el corte de la parte terminal, la cual determinará el inicio de la división de las ramas secundarias, considerando el crecimiento de la planta.

Los cortes de las ramas terminales estimularán un nuevo crecimiento y renovarán las yemas de mayor antigüedad de la parte baja de la planta, lo que permitirá un crecimiento más vigoroso. En este tipo de poda también se aprovecha para eliminar las ramas atacadas por plagas o enfermedades, a fin de limpiar el espacio.

Por lo tanto, es importante la poda de formación durante los primeros años para obtener el diseño que deseamos en la planta.

Poda de limpieza

Se tiene que sacar el ramaje denso de los arbustos, retirar los tocones y las ramas secas, los frutos pasados, rebrotes y ramas secas y las que sobresalgan. En resumen, se trata de eliminar todo aquello que no guarde una relación armoniosa con la planta. Dicha actividad se debe llevar a cabo cada año y para todas las especies de plantas trepadoras, aun cuando sea solo para retirar ramas secas e innecesarias (Erojardin, s. f.).

Poda de floración

Esta actividad se realiza solo en las plantas trepadoras que presentan floración estética y decorativa, como la hiedra. El propósito de esta poda es sustituir las ramas que han florecido por otras nuevas que llevarán las flores el año próximo. Se aplica en la glicinia, el jazmín, la bignonia, el rosal trepador, entre otros (Erojardin, s. f.).

Poda de renovación

Esta poda consiste en eliminar las ramas viejas y mantener despejada la planta para favorecer el surgimiento de otras nuevas. Por ejemplo, una planta trepadora, cuando está muy vieja o no se ha podado durante varios años, se transforma en una masa densa, enmarañada y vieja, por lo que precisa entonces una poda de renovación o rejuvenecimiento (Erojardin, s. f.).

10.2. División de las enredaderas

Las enredaderas herbáceas, en su mayoría, presentan crecimiento rápido y no requieren ningún tipo de poda, salvo la de limpieza de hojas secas y ramillas muertas.

Se dividen según los siguientes aspectos:

- **Velocidad de crecimiento**

- **Crecimiento rápido**

- Bellísima, alamanda, campanilla, tacón (de corto periodo vegetativo), etc.

- **Crecimiento medio**

- Lluvia de oro, madreSelva, buganvilia, etc.

- **Crecimiento lento**

- Hiedra, jazmín japonés, jazmín peruano, jazmín africano, etc.

- **Época de floración**

- **Verano**

- Bellísima, jazmín blanco, buganvilia, etc.

- **Otoño**

- Alamanda, clerodendro, buganvilia, campanilla, jazmín blanco, lluvia de oro, etc.

- **Invierno**

- Clerodendro, lluvia de oro, buganvilia, etc.

- **Primavera**

- Alamanda, bellísima, plumbago, etc.

- **Color de flor**

- Presentan una variada coloración: alamanda (flor amarilla), bellísima (flor blanca o rosada), clerodendro (flor roja con blanco y azul), plumbago (flor celeste), buganvilia (flor roja, anaranjada, blanca, rosada, violeta, fucsia), lluvia de oro (flor anaranjada), madreSelva (flor amarilla con blanco), jazmín (flor blanca), etc.

11. Plantas decorativas especiales

Las plantas decorativas especiales son aquellas que no caben dentro de los grupos enunciados, bien sea por tener un desarrollo especial o por ser plantas muy finas que se usan en número muy reducido, debido a su alto costo y su impacto decorativo, como los papyrus cerca de fuentes de agua, las scheffleras, los helechos finos, etc. (ver figura 7).



Figura 7. Poda de plantas especiales. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

12. Plantas cubresuelos

Son plantas que, como su nombre lo señala, sirven para cubrir el suelo, por eso se les conoce también con el nombre de tapizantes. Las cubresuelos constituyen una opción no solo económica, sino también funcional y estética al tradicional césped (Chinchilla, 2009).

Se conoce una gran diversidad de especies que pueden revestir grandes y pequeñas superficies del jardín, no requieren de muchos cuidados y, comúnmente, presentan resistencia a una gran variedad de clima y condiciones (Chinchilla, 2009).

Actualmente, ya que el agua se configura como un recurso limitado y valioso, la utilización de las plantas cubresuelos en los jardines debería ser casi una exigencia, en especial aquellas plantas decorativas que, una vez asentadas, pueden desarrollarse de manera apropiada con poca agua.

En la tabla 1 se mencionan opciones de plantas cubresuelos resistentes al clima de Lima Metropolitana, pues se mantienen en buen estado durante años y tienen follajes atractivos.

Tabla 1. Plantas cubresuelos

Cubresuelos para sol	Cubresuelos para sombra
- <i>Carpobrotus edulis</i>	- <i>Viola adorata</i>
- <i>Lantana montevidensis</i>	- <i>Tradescantia virginiana</i>
- <i>Wedelia trilobata</i>	- <i>Vinca minor</i>
- <i>Verbena peruviana</i>	- <i>Syngonium podophyllum</i>
- <i>Pelargonium peltatum</i>	- <i>Setcreasea purpurea</i>
- <i>Portulaca grandiflora</i>	
- <i>Aptenia cordifolia</i>	

Son muchos los beneficios que proporcionan las plantas denominadas cubresuelos:

- Disminuyen la evaporación del suelo, al brindar sombra y frescura (Pedrosa, 2013). En días que son cálidos o de viento, debajo de las plantas achaparradas, el terreno se presenta húmedo. En contraparte, en áreas cuyo suelo está desnudo, se presenta totalmente árido (Madrado y González, 2018).
- Reducen las malezas que pueden estar presentes entre las plantas decorativas debido a que compiten por luz, agua y nutrientes (Madrado y González, 2018). En consecuencia, las plantas ornamentales no requieren tanto control de enfermedades y plagas, cortes periódicos u otros cuidados.
- Son útiles en lugares escarpados y dependientes de la acción erosiva del viento y el agua. Las especies como *hypericum*, *sedum* e *iberis* forman una alfombra de diversos colores en estos sitios complejos (Pedrosa, 2013).
- Exigen una menor cantidad de riego en comparación al césped (Madrado y González, 2018). En lugares donde la carencia de agua ocasiona que el mantenimiento no sea viable o muy costoso, las plantas cubresuelos son un perfecto sustituto.
- Embellecen los lugares, pues añaden colores, texturas y fragancias. Además, unifican las áreas entre plantas de mayor tamaño.
- Otorgan un aspecto natural debido a que pueden trepar sobre árboles, arbustos o accesorios del jardín.
- Brindan una alternativa para lugares sombríos y comúnmente áridos; por ejemplo, debajo de los árboles donde el césped no se desarrolla. La vinca y la hiedra (hiedra) ofrecen un denso revestimiento.

La mayoría son plantas perennes, mantienen las áreas verdes al estar siempre vivas y con vegetación.

Para más información sobre plantas cubresuelos, se puede consultar el anexo de plantas ornamentales.

13. Palmeras

Son plantas de porte arbóreo que pertenecen a la familia de las monocotiledóneas, de origen tropical o subtropical. Generalmente, presentan un tronco leñoso no ramificado (monocaula), denominado estípite. Además, cuentan con anchas láminas foliares que crecen reunidas en la parte superior en forma de un penacho, llamada fronda (Plumed y Costa, 2013).

Tabla 2. Palmeras de uso en áreas verdes

Nombre científico	Nombre común
<i>Phoenix canariensis</i> (ver figura 8)	Palmera fénix
<i>Caryota urens</i>	Palmera cola de pescado
<i>Washingtonia filifera</i>	Palmera abanico
<i>Livistona chinensis</i> (ver figura 9)	Palmera abanico china
<i>Chamaedorea elegans</i>	Palma de salón, palma tina
<i>Raphis excelsa</i> (ver figura 10)	Palmera raphis
<i>Chamaerops humilis</i> (ver figura 11)	Palma enana, palmito europeo, etc.
<i>Caryota mitis</i>	Palmera cola de pez
<i>Trachycarpus fortuneii</i>	Palmito de pie, palmito elevado
<i>Phoenix roebelenii</i> (ver figura 12)	Palmera robeleni
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palma de azúcar, palma reina, coco plumoso, palmera bruja
<i>Cycas revoluta</i> (ver figura 13)	Cica, palma sagú, sagú del Japón
<i>Washingtonia robusta</i> (ver figura 14)	Palmera abanico
<i>Roystonea regia</i> (ver figura 15)	Palmera real
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (ver figura 16)	Palmera hawaiana
<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Palmera botella



Figura 8. *Phoenix canariensis*



Figura 9. *Livistona chinensis*



Figura 10. *Raphis excelsa*



Figura 11. *Chamaerops humilis*



Figura 12. *Phoenix roebelenii*



Figura 13. *Cycas revoluta*



Figura 14. *Washingtonia robusta*



Figura 15. *Roystonea regia*



Figura 16. *Chrysalidocarpus lutescens*

14. Macizos de plantas

La definición de los macizos data de finales del siglo XIX. Se denomina macizo a un grupo de plantas similares que son plantadas en grupo. Puede estar conformado por plantas semileñosas o herbáceas. De preferencia, las especies que lo conforman deberán ser perennes porque, si son macizos de flor, su cambio se produce en cada estación o aproximadamente cada dos meses y medio.

Para evitar la monotonía, es conveniente que los macizos tengan tamaños diferentes tanto en su altura como en el ancho que ocupan, de modo que se evita la repetición de espacios iguales.

Los macizos semileñosos pueden plantarse debajo de un árbol, pero serán difíciles de cuidar por tratarse de plantas perennes cuyas raíces son de tamaño relativamente grande, que pueden quitarles espacio a las raíces superficiales de los árboles. No obstante, pueden representar una muy buena opción desde el punto de vista paisajístico.

La poda de los macizos herbáceos, estacionales, perennes y semiperennes debe ser realizada mediante una renovación de las plantas cuando estas hayan cumplido su ciclo fisiológico.

Los macizos semileñosos y herbáceos deben recibir una frecuente poda de limpieza, con la finalidad de eliminar ramillas secas, flores secas y plantas muertas en pie (ver figura 17).

Así como los geranios deberán ser podados drásticamente, la lantana, en cambio, solo se podará en su parte terminal, de acuerdo con el tamaño deseado de la planta.



Figura 17. Mantenimiento de macizos

Los macizos se pueden clasificar, según su forma de crecimiento y requerimiento de luz, como se muestra a continuación:

- **Forma de crecimiento**

- **Macizos semileñosos**

- Hortensia, ixora, lantana, fucsia, oreja de elefante, choclo de oro, espárrago vela, espárrago común, geranio, mermelada.

- **Macizos herbáceos**

- Coleus, clorofito, sanguinaria roja y amarilla, gerbera, anthorius, aster, salvia.

- **Macizos de flor de bulbos**

- Eucharis, lirio, narciso.

- **Requerimiento de luz**

- **Macizos que requieren luz indirecta**

- Brenia, eucharis, anthorius, oreja de elefante, hortensia, ixora, fucsia.

- **Macizos que requieren luz directa**

- Marigold, bignonia, crisantemo, crocus, espino de fuego o pircanta, francesilla, girasol, ixia, portulaca, sédum.

15. Labores de reposición en áreas verdes

Todas las áreas verdes con plantas que forman parte de ellas y que son objeto de mantenimiento y conservación requieren reposiciones periódicas, si se desea mantenerlas en buen estado.

15.1. Reposición de césped

Véase el desarrollo de esta actividad en el "Módulo V. Establecimiento y mantenimiento del césped".

15.2. Reposición de plantas de flor

La reposición o renovación de macizos se realiza puntualmente por el cumplimiento de su desarrollo fisiológico, por robo o por daño por terceros (canes, despiste vehicular, caídas de árboles, etc.).

Las reposiciones tendrán que corresponder a la misma especie botánica, con el fin de mantener la uniformidad del macizo. El suelo donde se va a realizar el recalce tendrá que ser fertilizado de manera similar a la preparación para la siembra de semillas de césped.

Las formas de plantación pueden ser las siguientes:

- Bordura. Seto bajo de plantas de adorno que bordea el macizo de un jardín.
- Macizo. Agrupación de plantas de adorno con la que se decoran los cuadros de un jardín o parque.
- Macizo aislado. Grupo homogéneo de plantas ubicado en un jardín o parque.

La distancia y fisiología de la planta determinarán su densidad por metro cuadrado como sigue:

- La distancia de 20 cm entre planta y planta corresponde a una densidad de 25 plantas/m².
- La distancia de 25 cm entre planta y planta corresponde a una densidad de 16 plantas/m².
- La distancia de 30 cm entre planta y planta corresponde a una densidad de 9 plantas/m².

Igualmente, estimar el área de borduras nos permitirá determinar la cantidad de plantas necesarias que se establecerán en un lugar.

15.3. Reposición de arbustos

Para esta tarea, se retira el arbusto deteriorado o marchito, se desinfecta el suelo con cal, se incorpora nueva materia orgánica y se procede a preparar el sustrato con ½ saco de musgo y ⅓ de musgo por planta que se va a reponer. Es preferible colocar el nuevo arbusto con su champa de tierra y, si se trata de una raíz desnuda, incorporar 1 saco de musgo, ⅓ de saco de humus y una mezcla de arena con tierra en partes iguales, regar frecuentemente durante dos semanas y, luego, regar juntamente con el resto de los arbustos.

15.4. Reposición de árboles

Para reponer árboles, se deben seguir estos pasos:

- Informe técnico del árbol que se va a extraer. En dicho documento, se considera la evaluación de riesgo de los aspectos físicos, sanitarios y de seguridad
- Autorización de la entidad competente para realizar la extracción del árbol solicitado
- Tala y retiro del tocón del individuo arbóreo que se encuentra con riesgo de caída o está muerto en pie

- Eliminación de suelo infectado
- Desinfección del suelo con hipoclorito de sodio o mediante la solarización, con el fin de eliminar patógenos
- Tapado del hoyo con buen suelo
- Apertura de un nuevo hoyo con las dimensiones adecuadas y en función de la altura de árbol que se va a plantar en un área colindante
- Colocación de tierra fértil o tierra preparada en el hoyo donde irá el nuevo árbol
- Cuidado de no lastimar las raíces del nuevo árbol
- Plantado del árbol seleccionado de acuerdo con las especificaciones técnicas y el nuevo hábitat
- Colocación cuidadosa de un tutor adyacente al árbol para que le sirva como guía para su desarrollo. Se debe sujetar el árbol con el tutor mediante un amarre o nudo tipo 8, y para ello se tienen que usar materiales que no dañen el fuste del árbol plantado.
- Riego adecuado del árbol plantado

En paralelo a las actividades descritas, se prepara el árbol que se va a trasplantar mediante la técnica del capado, que consiste en cavar una zanja alrededor de la base del árbol y mantenerla anegada con agua durante unas dos semanas, para luego cortar el riego una semana antes de su trasplante.

- Árboles pequeños: ½ saco de musgo y ¼ de saco de humus
- Árboles medianos: 1 saco de musgo y ½ saco de humus por planta
- Árboles grandes: 4 sacos de musgo y 2 sacos de humus por planta
- Árboles o palmeras muy grandes: 5 a 10 sacos de musgo y 2 a 4 sacos de humus por planta

Una buena proporción de materia orgánica garantiza el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo y, por ende, un excelente desarrollo de la planta.

Una vez mejorada la mezcla del suelo, se agrega más arena cuando se trata de suelo arcilloso; posteriormente, se procede a su trasplante definitivo. Si la especie es grande o muy grande, se sugiere el uso de un camión grúa para transportarla y plantarla. Una vez establecida la especie, se procede a regarla diariamente durante dos semanas; luego, distanciamos el riego hasta realizarlo con la misma frecuencia que el resto de las especies del lugar.

16. Uso de EPP por actividad de mantenimiento y conservación de áreas verdes

Se llama equipo de protección personal (EPP) a todo aparato físico y de naturaleza personal que brinda protección ante los posibles riesgos que pueden presentarse durante la jornada laboral (Minsalud, 2017) para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales entre los colaboradores, en este caso, de la organización municipal o privada (Dirección General de Salud Ambiental, 2015).

El EPP es de uso obligatorio para cada trabajador, por lo que las entidades municipales y las empresas privadas deben proporcionarlo gratuitamente y con las características apropiadas para las diversas actividades laborales específicas que se llevan a cabo en sus instalaciones.

Este equipo, además, debe funcionar de forma adecuada, vigente y conservada, para lo cual deberá ser revisado e inspeccionado de forma periódica (Schwarz, 2013; como se citó en Enríquez, 2016).

Su uso se indica en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales del Perú, Decreto Supremo N.º 017-2017-TR. Asimismo, el artículo 60 de la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud Ocupacional, indica que el empleador debe brindar EPP a sus trabajadores tomando en cuenta el tipo de trabajo que desarrollan y los riesgos específicos a los que están expuestos al desempeñar sus funciones (Ley N.º 29783-2012).

En la tabla 3 se detalla la lista de los EPP por actividad para el personal que realiza mantenimiento de áreas verdes.

Tabla 3. EPP por actividad de mantenimiento de áreas verdes

Operador escarificadora, corte de césped	Uniforme	Gorro	Polo	Camisaco	Pantalón	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Imper- meable de protec- ción para lluvia
	EPP	Casco	Lentes de seguridad y careta	Protectores de oídos (tipo copa y tapón)	Masca- rilla	Guantes	Mandil y chaleco de seguridad
Operador aireadora	Uniforme	Gorro	Polo	Camisaco	Pantalón	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Imper- meable de protec- ción para lluvia
	EPP	Casco	Lentes de seguridad y careta	Protectores de oídos (tipo copa y tapón)	Masca- rilla	Guantes	Chaleco de seguridad
Maquinista con sopladora	Uniforme	Gorro	Polo	Camisaco	Pantalón	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Imper- meable de protec- ción para lluvia
	EPP	Casco	Careta de casco y lentes de seguridad	Protectores de oídos (tipo copa y tapón)	Masca- rilla	Guantes	Chaleco de seguridad
Personal recebo de césped	Uniforme	Gorro	Polo	Camisaco	Pantalón	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Imper- meable de protec- ción para lluvia
	EPP	Casco	Careta de casco y lentes de seguridad	Protectores de oídos (tipo copa y tapón)	Masca- rilla	Guantes	-

Limpieza, perfilado, deshierbe	Uniforme	Corro	Polo	Camisaco	Pantalón	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Impermeable de protección para lluvia
	EPP	Guantes de badana	Guantes de polipropileno	Lentes claro y oscuro antiempañamiento, según estación	Respirador	-	-
Poda, tala y traslado de árboles	Uniforme	Corro	Polo	Camisaco	Pantalón	Pantalón anti-corte	-
	EPP	Casco de poda en altura	Arnés de seguridad de cuerpo completo	Cuerda semiestática	Mosquetones asimétricos	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada), mascarilla, protector auditivo, guantes de cuero, lentes de seguridad	Chaleco de seguridad
Riego con cisterna, por gravedad, tecnificado, manguera y motobomba	Uniforme	Corro	Polo	Camisaco	Pantalón	Impermeable de protección para lluvia	-
	EPP	Casco de ciclista	Arnés de seguridad	Guantes de jebe calibre 23	Capa de protección para lluvia	Botines/botas de seguridad (de punta reforzada)	Chaleco de seguridad

MÓDULO

5

Establecimiento y mantenimiento del césped



MÓDULO

5**Establecimiento y mantenimiento del césped**

Según Parracia (2012), el césped se configura como la parte fundamental de cualquier jardín, ya sea de uso privado o público. Por ello, es preciso tenerlo en cuenta y conocer algunas de sus características al momento de darle forma al espacio. De igual modo, se deben conocer las especies que son más adecuadas para la zona y no se debe obviar la importancia estética de este elemento, que puede crear áreas idóneas para colocar flores o plantas (ver figura 1).



Figura 1. Césped integrado a un diseño de jardín privado

El césped está compuesto por especies que pertenecen a la familia de las gramíneas (Parracia, 2012). Para asegurar que se le está dando un buen cuidado y mantenimiento, se deben cumplir algunas condiciones básicas, tales como que debe estar bien nivelado, aireado y regado; estar relativamente libre de malezas, plagas y enfermedades; verse bien cortado y ser lo más homogéneo en la composición de las especies (ver figura 2). Existen distintas calidades de céspedes en relación con el uso al que se destinan, como utilitario, ornamental, santuario, recreativo, comercial y deportivo (Parracia, 2012; Santos, 2018).



Figura 2. Césped instalado en la plaza San Martín

1. Importancia del césped

Los múltiples beneficios que brinda un buen césped son los siguientes:

- Compone un lugar de esparcimiento y recreación para niños, jóvenes y adultos.
- Ser un área placentera, agradable a los sentidos y que constituye un marco ideal para lucir especies decorativas o construcciones (ver figura 3); por tanto, es un complemento ideal para diseños arquitectónicos, paisajísticos y urbanos (Roberts, 1987).
- Sirve como constructor del suelo, evita su erosión, absorbe las partículas de polvo en suspensión mediante sus hojas y mejora el suelo gracias a la presencia de microorganismos (Roberts, 1987).

- Disminuye el nivel del ruido y de la contaminación del aire, produce oxígeno, reduce el resplandor visual y actúa como termorregulador natural frente a las elevadas temperaturas (Roberts, 1987).
- Permite la práctica deportiva, beneficiosa para la salud.



Figura 3. Césped sembrado en el Parque de las Leyendas

2. Características de los factores climáticos y edáficos del césped

2.1. Composición del suelo

Normalmente, los suelos están compuestos de un 45 % de materia mineral, entre un 3 % y un 5 % de material orgánico, un 25 % de agua y un 25 % de aire (lo que se configura como un suelo equilibrado). Además, presentan poros, que son espacios que quedan luego de que el agua y el aire pasan entre las partículas (Beard, 1973).

El suelo está compuesto por micro y macroporos, los cuales predominan en relación con su textura. Es así que un suelo de tipo arcilloso presenta una gran cantidad de microporos, mientras que el suelo arenoso presenta un número mayor de macroporos (Beard, 1973).

La composición del suelo depende de los factores climáticos y edáficos del césped que se describen a continuación.

2.2. Factores climáticos

Temperatura

Este factor influye en el crecimiento de las especies vegetales, como en el caso de las gramíneas, en cuyo caso explica entre el 50 % y el 60 % de su crecimiento. Durante esta fase, la temperatura condiciona la tasa de aparición, elongación, largo final y senescencia de las hojas, además del crecimiento de raíces y tallos (Santos, 2018).

La relación entre la temperatura y el crecimiento del césped es directa. Por ello, durante el verano, el corte de césped americano y bermuda se realiza cada 9 a 11 días, mientras que en el invierno se realiza, en promedio, cada 15 días (Santos, 2018).

Humedad

La buena dosificación de la humedad contribuye a aumentar el desarrollo y el crecimiento del césped, lo que favorece la formación de las hojas más finas. Para ello, se tiene que evitar el exceso de humedad en el suelo, ya que puede ocasionar el crecimiento de hojas frágiles, de color verde pálido o amarillento, y provocar, incluso, la muerte por pudrición de las raíces por drenaje insuficiente o inundación (Santos, 2018).

En el caso de Lima, que presenta una muy baja tasa de precipitación anual (menos de 75 mm promedio mensual), es necesario el uso de técnicas de riego para garantizar el abastecimiento de agua de forma eficiente (Santos, 2018). Además, se debería considerar el empleo de elementos en pro de mejores condiciones para el suelo como una mayor captación y retención del agua y, al mismo tiempo, una disipación prolongada (*hidrosoft* o afines). Por último, la eficiente preparación del lugar, mediante la incorporación de materia orgánica, optimiza la estructura del suelo y fomenta la optimización del agua que se encuentra disponible para el césped (Santos, 2018).

Luz

Requiere luz directa, pues una iluminación inadecuada retrasa la síntesis de clorofila y provoca que el césped presente un insuficiente desarrollo y largos entrenudos, lo cual genera hojas de color verde pálido y con un crecimiento espigado (etiolado). Además, el fotoperiodo, la intensidad y la duración tienen un efecto estimulante en la germinación (Santos, 2018).

2.3. Factores edáficos

Suelo

Es el medio de soporte para las raíces del césped, alberga muchos organismos y microorganismos que son útiles para llevar a cabo la transformación de los residuos orgánicos, además del humus, que sirve para darle forma a la estructura granular. A esto se le deben adicionar las partículas minerales, los macros y microelementos que contiene el suelo, todos necesarios para fomentar el crecimiento de las plantas (Mateo, 1976, como se citó en Santos, 2018).

Textura y estructura del suelo

Son condiciones físicas del suelo que se configuran de acuerdo con el tamaño o textura de las partículas, en la estructura o en la organización de sus agregados (Beard, 1973).

Una textura adecuada para el césped es la que presenta el suelo franco, los que son equilibrados en sus componentes y presentan materia orgánica (humus). Este suelo es poroso, lo cual permite que pase el agua y el aire entre los agregados, y le otorga las características de un suelo con buen drenaje y permeabilidad, las que son condiciones básicas para el buen desarrollo del césped.

Aire en el suelo

Este elemento es muy importante en el suelo, si está presente en una proporción normal, ayuda al suelo a tener un buen contenido de oxígeno al interactuar con las raíces. Mientras el aire circule de forma libre por el suelo, se formará un rico microclima para las bacterias, que son necesarias para la nitrificación del suelo. Pero una mala aireación produce la asfixia de las raíces (Santos, 2018).

Las concentraciones bajas de oxígeno en el suelo tienen relación con la humedad excesiva y las elevadas temperaturas, y provocan que las raíces del césped colapsen (Beard, 1973; Thomas, 1975).

3. Tipos de césped

Debido a que Lima Metropolitana presenta un nivel muy bajo de precipitaciones, su paisaje es principalmente xerófilo, a lo que se suma una gran diversidad de plantas ornamentales (perennes, semiperennes, estacionales), arbustos, árboles urbanos y diferentes variedades de césped.

Estas mixturas de plantas presentan un requerimiento hídrico diferente, que está en función del clima (estaciones del año), el tipo de suelo (textura y estructura del suelo) y el sistema de riego (gravedad, con camión cisterna, tecnificado, punto de agua, con uso de motobomba).

Se estima que el requerimiento hídrico para el césped, en condiciones invernales, es de 1 a 1,5 gal/m²/día. Para las condiciones de verano o de mayor intensidad lumínica, que se presentan entre los meses de noviembre a mayo, el requerimiento hídrico se incrementa en relación con el incremento de la temperatura. Así, durante febrero y marzo, los meses más calurosos del año, el requerimiento hídrico promedio es de 3 a 3,5 gal/m²/día.

El césped es una gramínea de la cual existen diferentes tipos, que son los más destinados para la creación de jardines públicos y privados. Estas variedades se consideran especies de climas cálidos y se describen a continuación.

3.1. Césped americano

Nombre científico: *Stenotaphrum secundatum* (ver figura 4)

Nombre común: Gramón, grama americana, grama dulce, pasto colchón

Descripción

- Especie perenne que presenta gruesos estolones y es de rápido crecimiento (Ruiz, 2013).
- Muy usado en zonas de clima cálido, en áreas verdes públicas y jardines privados.
- Se emplea de forma intensa en zonas mediterráneas españolas, gracias a su gran resistencia a toda condición, exceptuando el frío.
- Forma un vasto conjunto, por las hojas anchas que tiene (Ruiz, 2013).
- Se adapta a todo tipo de suelo (Parracia, 2012).
- Una vez sembrado, es de rápido crecimiento y de simple mantenimiento (Ascencios *et al.*, 2019).



Figura 4. *Stenotaphrum secundatum*

- Está adaptado de forma excelente a temperaturas elevadas (Santos, 2018).
- Crece de forma adecuada en zonas templadas y costeras (Santos, 2018).
- Es agresivo y obstaculiza el desarrollo de malezas (Santos, 2018).
- La altura de corte que se recomienda es de 3 a 6 cm (Parracia, 2012). Su tolerancia al tránsito es media (Santos, 2018).
- Requiere un abundante riego durante la temporada cálida y es poco tolerante a periodos de sequías (Monje, 2006).
- La fertilización se debe realizar de 2 a 4 veces por año.
- No es recomendable excederse con la fertilización nitrogenada, porque lo hace susceptible a infecciones fúngicas (Monje, 2006).
- No suele presentar problemas severos de hongos (Monje, 2006).
- Su propagación es principalmente vegetativa (López *et al.*, 2013).
- Es propagado por esquejes y la semilla no es comercial (Santiz, 2018).

3.2. Césped *Paspalum*

Nombre científico: *Paspalum notatum* (ver figura 5)

Nombre común: césped nacional, hierba bahía, bahía gras, pasto bahía, zacate bahía, jengibrillo

Descripción

- Especie del tipo rizomatosa de hojas gruesas (Monje, 2006).
- Es recomendable para zonas con climas cálidos o tropicales (Ruiz, 2013).
- El césped que forma presenta un aspecto rústico y grueso (López *et al.*, 2013).
- Durante la dormancia invernal, pierde su coloración, pero en la *Cynodon dactylon*, *Zoysia*, *Eremochloa* o *Stenotaphrum* es menos evidente (Monje, 2006; López *et al.*, 2013).
- Es resistente a la sequía, ya que posee un profundo sistema radicular, además de rizomas y cortos estolones.
- Presenta un lento proceso de crecimiento, pero cuando ya se encuentra plantado se comporta como un buen invasor (López *et al.*, 2013).



Figura 5. *Paspalum notatum*

- Está indicado para grandes áreas, para bordes y otros gracias a que necesita escasas labores de mantenimiento (Ruiz, 2013).
- Se adapta a áreas de bajo mantenimiento (Monje, 2006).
- Es tolerante a la sombra, pisoteos y periodos de sequías, ya que se recupera fácilmente (Monje, 2006, Ruiz, 2013).
- Puede crecer en todo tipo de suelos, incluso en suelos pobres (López *et al.*, 2013).
- Sus requerimientos de riego y de fertilizantes son muy bajas (Monje, 2006; López *et al.*, 2013).
- En los parques, la altura de corte recomendada es de 5 a 6 cm, y en superficies más grandes es de 10 cm (López *et al.*, 2013).
- Se recomiendan siembras puras en vez de siembras asociadas con otros cultivos (Coll, 1991).
- Se recomienda 1 kg/100 m² como densidad de siembra, dependiendo de la calidad que presentan las semillas (López *et al.*, 2013).
- Es resistente a la salinidad del agua y el suelo (Ruiz, 2013).
- “No tiene problemas graves de enfermedades” (Ruiz, 2013, p. 49).

3.3. Césped japonés

Nombre científico: *Zoysia japonic* (ver figura 6)

Nombre común: zoysia, zoisia

Descripción:

- Es una planta de zonas con climas cálidos para zonas mediterráneas, gracias a su tolerancia a la salinidad, resistencia y uniformidad (Ruiz, 2013).
- Debido a las ventajas que presenta, es considerado como el césped mágico, pero no produce semillas, por lo que fue relegado (López *et al.*, 2013).
- Forma un césped de textura fina y bella, pisable y resistente (López *et al.*, 2013).
- En áreas templadas, es de instalación lenta, y cuando lo logra lo hace de forma definitiva.
- Su altura no es superior a los 10 cm (Ruiz, 2013).
- Es tolerante al frío (Monje, 2006). Durante el invierno, se torna amarillenta y se vuelve parda cuando la temperatura es menor a -5 °C, pero resiste hasta -12 °C y vuelve a reverdecer durante la primavera (Ruiz, 2013).
- Presenta crecimiento muy lento y, por tanto, una menor siega, lo que es una gran desventaja para que pueda ser reproducido vegetativamente (López *et al.*, 2013).
- Muestra resistencia al tránsito intenso (López *et al.*, 2013).
- Es resistente a las enfermedades (López *et al.*, 2013).



Figura 6. *Zoysia japonic*

- Sus raíces potentes le permiten aguantar periodos de falta de agua, por lo que soporta sequías de hasta 1 mes.
- Es una planta de clima cálido que soporta bien la sombra.
- Es resistente a suelos salinos (aunque no con extrema salinidad) (Ruiz, 2013).
- Durante el primer año, se deben retirar las hierbas malas de forma continua y cuidadosa (Ruiz, 2013).
- Se multiplica por esquejes de rizoma. Actualmente, con el empleo de técnicas especiales, puede cosecharse y tratarse para obtener semillas viables (López *et al.*, 2013).

3.4. Césped bermuda

Nombre científico: *Cynodon dactylon* (ver figura 7)

Nombre común: bermuda, grama, grama fina, gramilla, gramina, hierba bermuda, pasto bermuda, zacate de bermuda, pasto de las bermudas

Descripción

- Planta perenne que presenta estolones y rizomas.
- Forma un césped muy atractivo y es de fácil mantenimiento (Ruiz, 2013).
- Es recomendado para jardines, áreas verdes públicas y campos de deportes (golf, tenis y fútbol) en las zonas mediterráneas (Monje, 2006; López *et al.*, 2013).
- Se puede utilizar como especie única dentro de un área o en combinación con otras especies, aunque se debe tener en cuenta que es una planta invasora y desequilibrante de la mezcla (Ruiz, 2013).
- Es una planta de sol, no tolera la sombra (Santos, 2018).
- Al bajar la temperatura a 10 °C, detiene su crecimiento (latencia invernal) y pierde su color, lo que provoca que las hojas se tornen de color amarillo o marrón (Blanchard y Miller, 2002; Monje, 2006; Santos, 2018).
- Es una especie agresiva y rústica, puede habitar cualquier tipo de suelo, incluso los más pobres (excepto los ácidos) (Santos, 2018).
- Resiste la sequía debido a sus raíces profundas y potentes (Santos, 2018).
- Se puede adaptar a los suelos más pobres (excepto los ácidos).

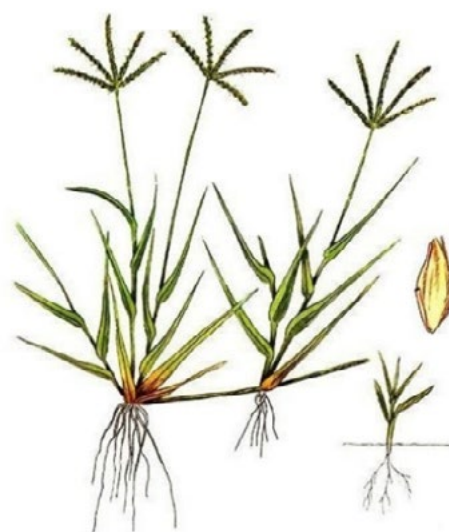


Figura 7. *Cynodon dactylon*

- Posee una gran tolerancia a suelos con elevados grados de salinidad y con aguas de baja calidad (Monje, 2006; López *et al.*, 2013).
- Es muy resistente al pisoteo y soporta un alto tránsito (Hill y Hill, 1995).
- Tiene un periodo de implantación y germinación larga en otoño e invierno, por lo que es mejor sembrarlo mezclado con otra especie de rápida cobertura que brinde protección y evite la erosión del terreno, como el *ray-grass* (Monje, 2006).
- Debe ser cortado continuamente, ya que presenta un ritmo rápido durante el verano.
- La altura de corte debe ser entre 2 y 3 cm (Parracia, 2012).
- El riego durante la época cálida debe ser abundante, pero la sequía detiene su crecimiento.
- Es una especie que puede tolerar inundaciones temporales (Alabama, 2015).
- La cantidad de nitrógeno que debe emplearse para la fertilización determina su crecimiento y textura (Ruiz, 2013).
- Es primordial un programa de fertilización cada mes para mantenerlo con buen aspecto durante el verano.
- Necesita escarificados y aireado con frecuencia (Ruiz, 2013).

- Es un césped competitivo contra malezas, debido a su proceso de enraizamiento profundo y rápido que se establece por medio de brotes laterales (López *et al.*, 2013).
- Es resistente a los hongos y enfermedades (Ruiz, 2013).
- Se recupera de forma rápida frente a agresiones externas durante su crecimiento activo (Sánchez, s. f.).
- Se reproduce mediante esquejes o estolones (Santos, 2018).

3.5. Césped kikuyo

Nombre científico: *Pennisetum clandestinum* (ver figura 8)

Nombre común: kikuyo, kikuyu, grama gruesa, pasto africano

Descripción

- Es una planta de zonas tropicales, oriunda de África (López *et al.*, 2013).
- Genera un césped agradable gracias a su textura y al color que presentan sus hojas (López *et al.*, 2013).
- Presenta un crecimiento rápido y muy agresivo que le posibilita predominar frente a otras especies que se siembran con ella, incluso el césped bermuda (Parracia, 2012).
- Es una especie que compite e invade si se planta junto a otras especies.
- Se suele sembrar junto con *ray-grass* inglés, ya que este germina muy rápido, lo que permite ver pronto el césped verde. Luego, el kikuyo, que es más agresivo, acaba extendiéndose y se termina por eliminar al *ray-grass* (Ruiz, 2013).
- Presenta una alta resistencia frente al tránsito intenso (Parracias, 2012; López *et al.*, 2013).
- Su mantenimiento es muy parecido al de la bermuda, pero debido a su crecimiento tan agresivo, gran cobertura y sistema radicular bien desarrollado, puede competir mejor con las malezas, por lo que debe ser fertilizado de forma intensa (López *et al.*, 2013).
- El kikuyo, durante el invierno, mantiene mucho mejor el color y permite el ahorro de la resiembra con *ray-grass* (Ruiz, 2013).
- No tolera lugares con sombra, al igual que el césped bermuda (López *et al.*, 2013).



Figura 8. *Pennisetum clandestinum*

- Esta especie se adapta bien a las altas temperaturas (Parracia, 2012, p. 14).
- Es apta para cualquier tipo de suelo, pero tiene preferencia por los suelos con buen drenaje, y se adapta perfectamente a los arenosos (Parracia, 2012).
- Presenta una tasa alta de crecimiento y produce mucho fieltro, por lo que necesita escarificados periódicos, al menos dos veces al año, durante el otoño, la primavera o el verano (Ruiz, 2013).
- Se debe cortar continuamente y mantenerlo a baja altura, para impedir el desarrollo de “colchones”, los cuales, al comienzo, pueden resultar atractivos, pero si aumentan pueden perjudicar e incluso ocasionar la muerte del césped (López *et al.*, 2013).
- De 3 a 4 cm es la altura de corte que se recomienda (López *et al.*, 2013).
- Para su fertilización, se deben aplicar productos que presenten una liberación lenta luego del primer año. Asimismo, suministrar micronutrientes para retener la coloración e incrementar la fertilización otoñal (Ruiz, 2013).
- Tiene gran capacidad para recuperarse frente al deterioro (Parracia, 2012).
- Esta especie no presenta problemas con enfermedades o plagas (Ruiz, 2013).
- Se reproduce principalmente por vía vegetativa (López *et al.*, 2013), a través de potentes rizomas y estolones (Monje, 2006).

4. Maquinaria para establecimiento y equipos de corte de césped

4.1. Maquinaria para establecimiento de césped

Motocultor

- El motocultor y la motoazada sirven para realizar las actividades de arado y roturado de suelo, con la finalidad de soltarlo y darle las condiciones favorables para su desarrollo.
- Existen algunos pequeños modelos eléctricos; sin embargo, la mayoría utiliza gasolina.
- Son de diferentes tamaños, potencia y prestaciones, de acuerdo con los diversos requerimientos.

4.2. Equipos de corte de césped

Existe una gran variedad de equipos cortacésped que brindan diferentes tipos y anchura de corte, potencia y rendimiento de corte, esto último relacionado directamente con la topografía del terreno. Estos equipos pueden ser manuales, mecánicos y eléctricos, aunque estos últimos no son muy utilizados para las actividades de mantenimiento de áreas verdes.

4.2.1. Equipos de acuerdo con el tipo de corte

Según el tipo de corte que brindan, se dividen en dos grupos: de corte rotativo y de corte helicoidal.

Rotativos

Efectúan el corte del césped natural a través de la rotación de sus cuchillas sobre un eje central. Son los más comunes por la simplicidad de su fabricación. El tractor para corte rotativo de césped (ver figura 9) y la desbrozadora de corte rotativo de césped (ver figura 10) son los más utilizados de este tipo.

Helicoidales

Tienen cuchillas de forma helicoidal que consiguen podar el césped natural tal como si usáramos tijeras (Muñoz, 2019). Se utilizan para lograr un corte uniforme, fino o de baja altura. Estos equipos son los únicos recomendados para canchas de fútbol profesionales (Conmebol, 2019) o para los *greens* de los campos de golf.



Figura 9. Tractor para corte rotativo de césped



Figura 10. Desbrozadora de corte rotativo de césped

4.2.2. Medidas de seguridad

- Durante la actividad de corte de césped, está prohibido el ingreso de personas que no sean las que trabajan allí.
- Para realizar esta actividad, se requiere los siguientes EPP: lentes, tapones endoneurales, casco con careta protectora y tapaoído, zapatos con punta de acero, mandil de PVC tipo carnicero, pantalón de dril, camisaco de dril, polo de algodón y guantes de cuero.

4.2.3. Recomendaciones para el corte de césped

Cuando el área verde que se va a intervenir es extensa y llana, es recomendable utilizar equipos innovadores que tengan un rendimiento de corte superior al de la desbrozadora.

4.3. Escarificador

La escarificación es una actividad que se desarrolla en el césped y cuya finalidad es eliminar el fieltro que este contiene. El fieltro (en inglés, *thatch*) es una capa fina de aproximadamente 1 o 2 cm de grosor sobre la altura del suelo donde hay restos de raíces y hojas que se han acumulado con el tiempo (Stihl, 2019). Esta capa, al ser impermeable, limita el acceso de la planta al agua, el aire, el abono, etc.

La existencia del fieltro favorece el desarrollo de los agentes patógenos, como parásitos u hongos (Stihl, 2019). Para realizar la escarificación, es importante contar con una máquina de fácil manejo, parecida al cortacésped, pero más ligera.

El escarificador, mediante unas cuchillas, abre y corta el césped y la tierra de forma vertical. Así, se pueden extraer musgos, restos de hierbas y hojas muertas que impiden el crecimiento adecuado del césped (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

4.4. Cortabordes

Es una herramienta muy ligera y perfecta para cortar el césped natural en lugares donde el cortacésped no puede acceder. Efectúa un acabado excelente en cercas y paredes, áreas de plantas y macizos de flores, troncos de árboles, etc. (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

No es necesario que su diámetro sea considerable, debido a que su propósito es terminar o rematar el trabajo realizado por el cortacésped segando en aquellos sitios de acceso difícil (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

4.5. Aspiradoras y sopladores de residuos de césped y hojas de árboles

Las aspiradoras y los sopladores de césped (ver figura 11) son aparatos que combinan las funciones de soplar y aspirar (Materiales y herramientas del césped, s. f.). Se caracterizan por su uso sencillo, además de ser ligeras y silenciosas. Además, son muy eficientes cuando se tiene que recoger hojas y restos de césped en grandes extensiones de terreno y con árboles, así como para limpiar zonas de complicado acceso (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

La labor de eliminar desechos y hojas tiene muchos beneficios para el césped, debido a que estos se podrían acumular y ocasionar el desarrollo de parásitos y hongos con la humedad (Materiales y herramientas del césped, s. f.). Además, la máquina tritura las hojas y las hierbas recogidas en su bolsa recolectora, por lo que se reduce el volumen de los desechos (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

Cabe resaltar que se debe evitar aspirar tierra u otros componentes no orgánicos, debido a que la máquina no puede triturarlos y, posiblemente, podría averiarse (Materiales y herramientas del césped, s. f.).



Figura 11. Soplador de césped

4.6. Aireación mecánica y manual

Esta actividad consiste en ventilar el suelo para permitir el intercambio de gases con la atmósfera. Para ello, se realizan perforaciones superficiales en el terreno, de entre 10 y 15 cm de profundidad, para crear conductos que permitan el acceso del agua, el aire y los nutrientes al suelo, y así evitar la compactación del terreno.

Esta actividad se puede llevar a cabo con equipo mecanizado o con herramientas manuales.

4.7. Sembrador manual

Se utiliza para trabajos de repoblación en zonas descubiertas o desgastadas. Los modelos más sencillos solo permiten que las semillas caigan al suelo, mientras que logran una incorporación más efectiva de las semillas, al emplear unos trinchos o taladros que van haciendo agujeros en el suelo antes de la colocación de estas (Materiales y herramientas del césped, s. f.).

5. Establecimiento de césped

Para una adecuada instalación y establecimiento del césped, se debe tener en cuenta lo siguiente:

5.1. Plano de plantación

Antes de la preparación del terreno, hay que definir con precisión el área donde será ubicado el césped (ver figura 12).



Figura 12. Marcado y plano de plantación

5.2. Riego inicial

Una vez que se han aplicado las mejoras necesarias en el suelo, se practica el riego inicial para preparar el terreno, también llamado “riego de machaco” por ser abundante y profundo (ver figura 13). Este riego tiene como objetivo saturar los micro y macroporos del suelo (Santos, 2018).

Después de que se realiza el riego inicial, se deja reposar el suelo para permitir que este se libere de los excesos de agua y alcance su capacidad de campo. Por medio de la filtración, escorrentía o drenaje se logran eliminar los excedentes de acuerdo con la estructura y textura que presenta el suelo, o por evaporación (Santos, 2018). El tiempo puede fluctuar entre 10 y 20 días, pero puede variar por efecto del clima y la época del año (Santos, 2018).



Figura 13. Riego inicial en terreno preparado. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

5.3. Volteo del terreno e incorporación de materia orgánica

Luego que el suelo logra su capacidad de campo, se volteará el terreno, lo que implica airear la capa arable del suelo y homogenizarlo (ver figura 14), para lo cual se mezclan las diferentes capas del suelo (Sánchez, 2018). Este proceso se realiza hasta una profundidad de 30 cm (Sánchez, 2018) y consta de las siguientes etapas:



Figura 14. Volteo del terreno. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

Para el volteo inicial, con el fin de roturar el suelo, se emplea el arado de discos, con el cual se logra mover el suelo de 25 a 30 cm. Este proceso contribuye a eliminar las malezas (Sánchez, 2018).

Por otro lado, para el volteo de desterronado y prenivelación se utiliza la rastra, que disminuye significativamente el número de terrones, con 15 a 20 cm de profundidad de acción (Sánchez, 2018).

En el caso del volteo para incorporar la materia orgánica, se emplea la rastra con un riel de nivelación, mediante la cual se adiciona materia orgánica como compost, humus o guano. La cantidad, selección y dosis varían según el tipo de suelo (Mateo, 1976; Turgeon, 1999).

5.4. Fertilización del campo

Después del proceso de nivelación, se realiza un análisis del suelo para describir sus características fisicoquímicas y de textura (ver figura 15). De acuerdo con los resultados de este análisis, se efectúa la fertilización (N, P, K). Como menciona Sánchez (2018, p. 35), los rangos, según el cultivo, son los siguientes:

- N (nitrógeno): la dosis varía entre 200 y 300 kg por ha.
- P (fósforo): la dosis mínima a emplearse es de 300 kg por ha, aunque puede ser de 500 kg.
- K (potasio): varía entre 200 y 300 kg/ha (Santos, 2018).

La incorporación al suelo se realiza con ayuda del trinchado, para lo cual se emplea un rastrillo o una escobeta de fierro, tratando de no alterar la nivelación realizada antes. Para esto se pueden usar mezclas como el 12-12-12 o el 20-20-20 (Santos, 2018).

Los pasos mencionados son independientes del tipo de siembra. No obstante, a partir de aquí, se presentan algunas modificaciones de acuerdo con el tipo de siembra y las especies a utilizar (Bear, 1973; Mateo, 1976; Turgeon, 1999).



Figura 15. Trinchado para colocación de fertilizante mineral

5.5. Nivelación

5.5.1. Nivelación gruesa

Consiste en llevar las irregularidades del suelo a ser más regulares o uniformes, para lo cual se emplea una motoniveladora o niveladora de arrastre. Esto es una aproximación al emparejado. Para menores superficies, se hace uso de herramientas y equipos manuales (Santos, 2018).

5.5.2. Nivelación fina

Es un proceso más preciso y detallado, en el que se eliminan las imperfecciones que puede presentar el terreno utilizando diferentes equipos e instrumentos de precisión. Para campos utilitarios deportivos se exige una nivelación fina, como en el caso de las canchas de fútbol, los campos de golf y similares, pero esto no aplica necesariamente para jardines y parques, donde el desnivel con respecto del nivel natural del campo es del 1 % para alcanzar distribuir de forma uniforme el agua y así evitar escorrentías y encharcamientos (Santos, 2018).

Las demandas de nivelación están relacionadas con las condiciones topográficas del lugar, por lo que es necesario el uso de instrumentos topográficos como los teodolitos para alcanzar una alta precisión, además de contar con personal debidamente capacitado, el cual debe determinar los cortes y rellenos necesarios metro a metro (Santos, 2018).

Según Santos (2018), para superficies pequeñas y medianas se necesita pasar un rastrillo o una tabla que actúe como nivelador (ver figura 16).



Figura 16. Nivelación manual con rastrillo

Para los lugares de topografía ondulada y cuyo propósito es el entretenimiento o la observación del paisaje, se atenúan las irregularidades que presenta el área para subsanar los cambios pronunciados y así conseguir el paisaje deseado (Mateo, 1976).

Después del proceso de nivelación, se incorpora la red de riego automático, prácticamente imprescindible para el césped, puesto que permitirá regarlo de forma homogénea con el máximo ahorro de agua y tiempo. Se recomienda realizar un primer riego para probar la instalación y provocar el nacimiento de hierbas adventicias, cuyas raíces se extraerá para evitar que rebroten, y se nivelará el terreno con un rastillo a fin de dejarlo listo para la plantación (Guía útil sobre el césped, s. f.).

5.6. Momento de la plantación

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de suelo, se deben considerar algunos aspectos. Por ejemplo, si el suelo presenta una textura arcillosa, es necesario verificar posibles problemas de encharcamiento. Si se presentaran, y a fin de acrecentar su capacidad de drenaje, se puede agregar una capa de entre 2 a 10 cm de tierra arenosa y combinarla con un motocultor o una motoazada. Para problemas graves de encharcamiento, la solución es colocar una estructura de drenaje por debajo del terreno, que consiste en una red de tubos a 40 a 50 cm de profundidad que vaciarán el agua hasta un colector principal (Guía útil sobre el césped, s. f.).

En cambio, si se cuenta con un suelo de textura arenosa, puede aportarle una capa de 2 a 5 cm de compost, mantillo o estiércol descompuesto, para mejorar el nivel de nutrientes del suelo (Guía útil sobre el césped, s. f.).

Por otro lado, para lograr que el césped se establezca sin inconvenientes, se necesitará agregar una capa de 20 a 30 cm de tierra fértil, textura suelta, aireada y sin encharcamientos. El pH del suelo tiene que ser óptimo, evitando suelos muy ácidos o alcalinos. Además, se debe tener en cuenta que la mejor época para la plantación o instalación de un césped es la primavera o el otoño, y se deben evitar las temporadas de calor o frío extremo. Elegir el mejor momento permitirá que el césped se establezca adecuadamente y genere un buen sistema de raíces que le permita sobrellevar mejor climas severos (Guía útil sobre el césped, s. f.).

6. Criterios para la elección de especies

Para conseguir un área con césped natural en condiciones adecuadas se debe seleccionar una especie adecuada tomando en cuenta lo siguiente: suelo, drenaje, clima, agua disponible, posibilidades económicas, el uso (Variedades de césped, s. f.). Por ese motivo, las características específicas del césped natural o mezcla son:

- Hojas finas. El césped no debe tener *Stenotaphrum secundatum*, que posee hojas más gruesas.
- Priorizar la instalación rápida. El *ray-grass* inglés es de los más rápidos.
- La frecuencia del corte. Debe desarrollarse cada 15 días. La agrostis de los greens de golf se corta casi a diario en el verano.
- Modo de uso del área verde.
- Tolerancia a cortes bajos. La agrostis se corta a pocos milímetros del suelo.
- Resistencia a la sequía. El *Stenotaphrum secundatum* es una especie resistente a la falta de agua.
- Resistencia a los suelos salinos. El *Paspalum notatum* es resistente a suelos salinos y a la falta de agua.
- Resistencia a los hongos.
- Resistencia a zonas frías.
- Resistencia a la sombra. La *Zoysia japonica* presenta resistencia a la sombra mientras que el *Cynodon dactylon* no lo soporta.
- Resistencia al uso y pisoteo.
- Resistencia al encharcamiento (Variedades de césped, s. f.).

7. Siembra de césped

Según Sánchez (2018), es la operación mediante la cual la semilla se debe incorporar al terreno para que se establezca, desarrolle y se alcancen los objetivos de cultivo.

Es importante tener en cuenta la cantidad por m² que orienta el proveedor. Lo usual suele ser entre 35 y 40 gramos por m². Se debe evitar un exceso de semillas, pues esto podría ocasionar la pudrición de los plantones. Si se trata de un suelo fértil o muy productivo, 30 g/m² podría ser suficiente, y si por el contrario es un suelo muy pobre, se puede incrementar hasta 60 g/m² (Césped, s. f.).

La época ideal para la siembra de semillas es en las temporadas de otoño y primavera, pero en climas cálidos puede efectuarse durante el invierno. Hay que considerar que, si se vive en lugares fríos, el césped debe haberse enraizado antes de las primeras heladas (ver figura 17) (Césped.es, s. f.).



Figura 17. Césped en crecimiento

A continuación, se detallan los tres tipos de siembra de césped más utilizados:

7.1. Siembra por semilla botánica

Empleando una sembradora manual se lleva a cabo la siembra, que consta de una tolva o un recipiente pequeño con una compuerta graduada, una manivela giratoria y un disco con aletas. El proceso se realiza de la siguiente manera: las semillas se deben colocar en la tolva, luego pasa por la compuerta graduada y después al disco con aletas que se encuentra girando, por lo que las semillas son expulsadas y distribuidas homogéneamente sobre el terreno (Santos, 2018).

Las proporciones de las semillas a utilizar pueden ser varias, según diferentes factores; por ejemplo, la semilla de *Cynodon dactylon* puede venir pelada o con cáscara. En el primer caso, puede requerir 750 g por cada 100 m² de terreno, mientras que, en el segundo, 1,5 kg para la misma superficie. No obstante, realizar una prueba de germinación del lote es importante para confirmar su calidad y determinar con mayor exactitud la cantidad que se va a sembrar (Santos, 2018).

Según Santos (2018), los requisitos a tener en cuenta para determinar el tipo y la calidad de la semilla son los siguientes:

- Nombre o marca de la empresa productora de la semilla
- Razón social de la empresa comercializadora de la semilla a nivel local
- Código del lote
- Nombre de la especie o especies (en caso de mezclas)
- Procedencia
- Fecha de cosecha
- Peso del lote
- Fecha del análisis
- Fecha de vigencia o caducidad
- Número de semillas/kg, peso de 1000 semillas
- Porcentaje de pureza
- Porcentaje de germinación
- Tratamiento fitosanitario empleado
- Condiciones de almacenaje y conservación (p. 38)

7.2. Siembra por esquejes

Los esquejes son una porción de los estolones. En el caso del césped americano (*Stenotaphrum secundatum*), su siembra se realiza por esquejes, mientras que, para el césped bermuda (*Cynodon dactylon*), la siembra por esquejes es menos frecuente (Santos, 2018).

Este tipo de siembra se basa en seccionar con unas tijeras porciones con 3, 4 o más nudos, y después plantarlos en el terreno, dejando la mitad de su longitud enterrada y de forma inclinada (ver figura 18), debido a que esto posibilita que broten raíces que tendrán un rápido y asequible contacto con el suelo (Césped. es, s. f.).

Los sacos contienen de 6 a 7 kg de esquejes, los que cubren un promedio de 12 a 15 m² tomando en cuenta la densidad de siembra (Santos, 2018), por lo que se aconseja una separación entre cada esqueje de 4 a 5 cm, con la finalidad de que crezca de manera más tupida y se consolide en menor tiempo.



Figura 18. Siembra de césped en esquejes

Una menor distancia entre los esquejes implica que quede antes de lo planificado tupido de gramón, lo que comúnmente sucede entre los 2 y 3 meses. Por esta razón, se suele plantar alguna variedad de semilla de acelerada tasa de germinación, como el *ray-grass*, y así lograr un campo con un bonito y verde césped natural hasta que termine de dispersarse y se lo “coma” el gramón (Césped.es, s. f.).

De esta manera, se evitará poseer un terreno descubierto y desagradable, mientras el césped se extiende totalmente. Para que la siembra en esquejes tenga mejor apariencia, deberán ser sembrados en formas geométricas como cuadrados, rectángulos o triángulos (Césped.es, s. f.).

7.3. Siembra por tepes o alfombra en “champas”

Se puede reemplazar el sembrado de semillas por la disposición de bloques (ver figura 19), los cuales son rollos o planchas de césped natural que han sido sembrados en campos de cultivo, para que luego sean extraídos con herramientas especiales cuando se les requiere (Césped.es, s. f.). Se crean más frecuentemente con césped americano y con menor frecuencia con *grass* bermuda. Para la siembra de césped en champa se debe considerar lo siguiente:



Figura 19. Siembra de césped mediante champas o tepes

- Se determina la cantidad de m^2 de extracción de los tepes o champas, los cuales deben estar libres de plagas o enfermedades, y de malezas como el coquito (*Cyperus esculentus*), la grama china (*Sorghum halepense*), la pata de gallina (*Eleusine indica*), entre otras (Santos, 2018).
- Para el recojo de los tepes es esencial que el terreno no esté tan húmedo, pues así es más fácil de transportar (Santos, 2018).
- El espesor del sustrato acompañante debe ser de 2,5 a 3,0 cm y de textura franco-arenosa o franco-limosa, para que el tepe tenga firmeza en su estructura y no pueda romperse fácilmente o se parta con la manipulación desde el retiro hasta la siembra.
- Los tepes se deben colocar haciendo que las hojas coincidan cara con cara, apilarlos en grupos de cuatro (cubriendo $1 m^2$) y colocarlos sobre una manta, que actúa como base y es más útil durante la carga, el transporte y la descarga (al conjunto de 4 tepes sobre una manta se denomina “mantada”).
- Los tepes se colocan en el medio de transporte por mantadas.
- Los esquejes se colocarán en la tolva del camión de forma horizontal y se apilarán 5 mantadas como máximo para evitar que se dañen o sean aplastados.

- Durante la descarga, las mantadas con esquejes se deben trasladar siguiendo el mismo procedimiento empleado durante la carga, se colocarán en lugares sombreados y frescos, y se apilarán de tal forma que no se supere los 2 m de altura (Santos, 2018).
- Se aconseja considerar del 2 % al 5 % adicional del terreno a sembrar para prevenir descartes e inconvenientes en la manipulación (Thomas, 1975).
- Una vez preparado el terreno, se debe cubrir el suelo colocando porciones de alfombras de césped (Santos, 2018).
- El suelo donde se colocarán los tepes debe encontrarse previamente mullido y rastrillado; además, es recomendado antes de sembrar distribuir 1 kg de humus de lombriz mezclado con compost por m² (Santos, 2018).
- Los tepes se siembran colocándose sobre el suelo en la dirección definida por el avance y el crecimiento del césped (Santos, 2018).
- Luego se pasa un rodillo de 120 kg, aproximadamente, para fijar los tepes y tener un mejor contacto con el suelo (Santos, 2018).
- Durante la instalación, se debe cuidar que los tepes sean colocados de forma ordenada a modo de mosaico para fijarlo adecuadamente en el suelo (Santos, 2018).
- Luego se tienen que rellenar las uniones entre los tepes con una mezcla de tierra con arena (recebo), que favorece al enraizamiento y le da un mejor acabado (Santos, 2018).

8. Riego postsiembra

Después de la siembra del césped, se realiza enseguida el primer riego, conocido como “riego postsiembra” y varía de acuerdo con el tipo (Beard, 1973; Mateo, 1976).

8.1. Riego postsiembra con semilla botánica

Luego de la siembra, el área se debe regar permanentemente y de tal forma que el agua llegue a los 5 cm para brindar humedad a las semillas que están latentes y distribuidas en el campo. Se recomienda el empleo de la técnica de riego por aspersión de sistema fijo o con la ayuda de una manguera. En los dos casos debe realizarse de forma homogénea y sin generar encharcamientos (Santos, 2018).

El clima tiene que ser tomado en cuenta para proporcionar condiciones adecuadas de humedad, sin excedernos de agua, lo que perjudicaría el desarrollo de la semilla. No se recomienda el riego por inundación, pues origina que la densidad del cultivo sea densa en una zona y ralo en otra. Además, la zona sembrada no debe ser pisoteada para evitar estropear el nivel del terreno y conservar el aspecto del campo sembrado. Si se cuenta con sistemas de riego que requieran mover líneas o tubos de riego, esto se debe hacer con el mayor cuidado (Santos, 2018).

8.2. Riego postsiembra con esquejes

En Lima, al ser una ciudad en la que no llueve a menudo, se debe proporcionar humedad al suelo de forma inmediata, ya sea empleando el riego por inundación o mediante un sistema de riego tecnificado, de preferencia por aspersión o un tipo de riego más homogéneo. Se debe tener en cuenta que para la siembra con esquejes no es aconsejado el empleo del riego localizado del tipo cinta o exudación (Santos, 2018).

Para áreas pequeñas, se puede emplear la técnica de riego por aspersión con mangueras, tratando de humedecer todas las áreas de forma homogénea, pero evitando encharcamientos que pueden producir manchones debido a un mal riego inicial (Santos, 2018).

8.3. Riego postsiembra por tepes o alfombra en “champas”

Después de la siembra, es imprescindible un riego preliminar debido a que las raíces del tepe o champa necesitan humedad y buena temperatura para comenzar de forma inmediata la división celular (Beard, 1973).

Si se cuenta con *Stenotaphrum secundatum* (grass americano), no se recomienda ingresar al campo que acaba de ser implantado. Se debe esperar por lo menos 6 a 12 días para que las raíces tengan una buena sujeción al terreno (Santos, 2018).

El riego debe hacerse principalmente empleando la técnica por aspersión, aunque también puede realizarse por inundación (ver figura 20), para lo cual se debe controlar que el caudal sea prolongado y bajo, en busca de cubrir el 100 % del campo a la profundidad indicada (5 cm). El riego se debe observar de forma constante para exceder en la humedad del suelo, ya que el desarrollo de las raicillas requiere un intercambio gaseoso (de aire) (Santos, 2018).



Figura 20. Riego con manguera (izquierda) y aspensor (derecha), luego de la siembra del césped. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

9. Deshierbe y control de malezas

Tras la siembra y el riego postsiembra, comienzan a aparecer plantas diferentes a la especie sembrada, que son las denominadas “malezas”, no deseables en el terreno, debido a que compiten por los nutrientes y afectan el crecimiento del césped.

Tabla 1. Malezas más frecuentes de Lima

Hoja	Nombre científico	Nombre común
Angosta	<i>Cyperus esculentus</i> (ver figuras 21 y 22)	Coquito
	<i>Eleusine indica</i> (ver figura 23)	Pata de gallina
	<i>Leptochloa uninervia</i>	Pajilla
	<i>Setaria verticillata</i>	Pega negra
	<i>Setaria geniculata</i>	Rabo de zorro
	<i>Sorghum halepense</i>	Gramma china
Ancha	<i>Nicandra physaloides</i>	Capulí cimarrón
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Malva
	<i>Portulaca esculentus</i>	Verdolaga
	<i>Chenopodium murale</i>	Hierba del gallinazo
	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco

En la tabla 1 se señalan las malezas más comunes en Lima Metropolitana, según Santos (2018).

En esta lista se ha considerado dividir las malezas por el tipo de hoja: angosta o ancha. Esto es primordial a tomar en cuenta, pues de esta característica dependerá el tipo de control por usar (Santos, 2018).

Para controlar o eliminar las malezas, es necesario el deshierbe manual o químico.



Figura 21. *Cyperus esculentus*



Figura 22. *Cyperus esculentus*



Figura 23. *Eleusine indica*

9.1. **Deshierbe manual**

Según Santos (2018) el césped americano es el que más utilizan las empresas privadas, clubes de esparcimiento y las municipalidades. Con respecto al deshierbe, este puede variar de 1 o 2, según el grado en el que aparecen las malezas y otros factores. Se debe evitar que las malezas compitan con el césped por los nutrientes, la luz y la humedad del suelo. Entonces, el primer deshierbe se debe realizar los 20 o 25 días después de la siembra.

Además, no se debe permitir que lleguen a florear, para que no produzcan semillas y evitar así su reproducción. Por ello, es importante capacitar al personal para que realicen de forma efectiva el retiro total de la planta invasora (ver figura 24). El rendimiento promedio de deshierbe oscila entre 50 y 70 m/día, pero puede variar por las especies presentes y al grado de incidencia (Santos, 2018).



Figura 24. Deshierbe manual

9.2. Deshierbe químico

De acuerdo con lo que indica Santos (2018), para el caso del césped bermuda el método de control químico es el que más se utiliza. Recomienda que a los 20 o 25 días después de la siembra se realice la primera aplicación teniendo el campo humedecido (ver figura 25). Además, se debe aplicar un herbicida posemergente, para controlar las malezas de hojas anchas y ciperáceas (Santos, 2018).



Figura 25. Deshierbe químico

Tabla 2. Control químico de maleza

Ingrediente activo	Control	Recomendaciones
Maicero 500 SC: herbicida sistémico, posemergente	Malezas gramíneas anuales y maleza de hoja ancha	Se aplica cuando las malezas de gramíneas están creciendo.
Oxadiazon: herbicida preemergente	Malezas gramíneas de hoja ancha Cyperaceae	Trabaja a partir de tallos y brotes que, intoxicados, detienen su desarrollo.
2.4-D Sal Amina: sistémico selectivo	Selectivo que controla malezas de hoja ancha	Controla el diente de león, la hierba gallinazo, la portulaca y otras que crecen en el césped.
Hedonal 6: herbicida posemergente sistémico y selectivo	Maleza de hoja ancha y Cyperaceae	Se absorbe por las raíces. Se transloca a los brotes y las raíces.

10. Actividades de mantenimiento del césped

El césped demanda mucho mantenimiento durante todo el año, en especial durante el verano y la primavera. Para evitar esto se tiene que seleccionar especies de césped de bajo mantenimiento. Estas especies son más resistentes, presentan un crecimiento lento y necesitan menos cortes. También se puede recurrir a especies cespitosas que no necesita recortes como el trébol enano (Jardineros Cunit, s. f.).

10.1. Primer corte

Se suele realizar el primer corte del césped cuando este alcanza una altura de 5 a 10 cm, según la especie. Al llegar a esta altura se tiene que pasar el rodillo y luego de 2 o 3 días se debe realizar el primer corte, para lo cual debe cortarse un $\frac{1}{3}$ de la altura del césped (ver figura 26). En los cortes siguientes se debe bajar progresivamente la altura del corte a una altura final de 3 a 4 cm (Césped.es, s. f.).

Para realizar un corte limpio se deben emplear cuchillas del cortacésped bien afiladas. Además, el corte no debe realizarse muy bajo, ya que si es así el césped no dispondría de suficiente hoja donde incida el sol para realizar la fotosíntesis. El corte bajo también podría alcanzar a las yemas de donde salen las nuevas hojas. Realizar un corte bajo debilita el césped, lo hace más propenso ante las plagas y enfermedades (Césped.es, s. f.).

En épocas muy calurosas, lo mejor es efectuar un corte más alto ayuda a conservar la humedad del suelo y que el sol no afecte sobremanera las yemas (Césped.es, s. f.).



Figura 26. Césped cortado con cuchilla

10.2. Corte del césped

Es una de las actividades importantes en el cuidado del césped, al igual que el riego y la fertilización. El corte adecuado (ver figura 27) y su continuidad son aspectos esenciales para su buen mantenimiento (Gardena-Husqvarna, 2013). Se calcula que alrededor del 70 % de los problemas que presenta el césped se originan por un procedimiento de corte incorrecto, lo que provoca, además, el surgimiento de malezas (Corte del césped, s. f.).

10.3. Altura adecuada de corte

Existe la norma general de corte que no se debería cortar más de $\frac{1}{3}$ de la hoja, pero se debe tener en cuenta que cada variedad de césped cuenta con sus especificaciones de corte (Césped.es, s. f.).

- Un césped alto se torna más resistente a climas extremos y a posibles ataques de insectos.
- Un césped con un corte muy bajo provoca que las raíces sean poco profundas y endebles, lo que afecta las yemas y agota a la planta porque reduce su actividad fotosintética.

Mientras que un corte adecuado estimula el crecimiento de nuevas yemas en la corona, lo que produce un césped natural libre de malas hierbas y más tupido. En áreas con sombra el corte debe ser a mayor altura, aproximadamente un 30 % más que en el resto del área verde (Césped.es, s. f.).



Figura 27. Corte de césped

10.4. Frecuencia de corte

La frecuencia de corte dependerá de la altura que se recomienda para cada tipo de césped natural. Para no provocar daño a la planta se aconseja mantener el tope más alto, siendo la altura normal de 5 cm a la que se mantiene (Césped.es, s. f.).

Para el caso de los campos de golf se emplean los *greens* que se cortan casi a diario durante el verano, para que tengan solo milímetros; otros tipos de céspedes de hoja muy fina se pueden llegar a cortar cada 3 días para mantenerlos a 1 o 2 cm de altura (Césped.es, s. f.).

La frecuencia normal de corte es la siguiente:

- Verano: 1 vez a la semana
- Otoño: 2 a 3 veces al mes
- Invierno: 1 vez al mes
- Primavera: 2 a 3 veces al mes

También es importante recalcar que existen productos que producen que retardan el proceso de crecimiento del césped natural y así reducir la frecuencia de los recortes (Césped.es, s. f.).

10.5. Modo adecuado de cortar

No se recomienda cortar siempre en la misma dirección, ya que producen perjuicios para el césped como el desgaste y la compactación de la tierra en zonas localizadas. Para evitar esto se debe alternar los patrones de corte, una vez en sentido horizontal y otra en sentido vertical, y, si fuera posible, también realizar corte en patrones diagonales (Césped.es, s. f.).

Pero nunca se debe cortar cuando el césped está mojado, ya que se amontona y apelmaza en la cuchilla y carcasa. Además, si se emplean cortacéspedes eléctricos, puede provocar una electrocución. Se debe vaciar el recogedor del cortacésped de forma frecuente, para evitar que el recogedor se llene, lo que produciría que el césped cortado quede en el suelo formando un manto o fieltro que impedirá que el agua, el aire y los nutrientes circulen adecuadamente (Césped.es, s. f.).

11. *Mulching*

Es un método de corte en el que no se recoge el césped cortado, sino que se deja que la máquina deje caer al suelo el césped cortado. Este trabajo se debe realizar empleando cortacéspedes especiales, para conseguir que el césped cortado sea triturado muy finamente y llegue al suelo formando pequeñas partículas, y así se pueda descomponer de forma rápida y se convierta en abono natural (Césped.es, s. f.).

Si devolvemos al suelo el césped cortado ya no hace falta abonarlo. Mediante el *mulching* se consigue abonar de forma ecológica el suelo, lo que garantiza un aporte de nutrientes equivalente cualquier otro abono de larga duración. Además, esto significa que se ahorre dinero, porque ya no se debe comprar abono. El *mulching* libera nutrientes constantemente y de forma duradera y lenta, lo que ayuda a evitar que el suelo se erosione (Césped.es, s. f.).

Para que este proceso se realice de forma adecuada se debe segar periódicamente y cuando la hierba no se encuentre demasiado alta, ya que, si se corta demasiado de una sola vez, se puede acumular produciendo que el césped que está en la parte baja se tape y amarille, e incluso puede morir. Otra alternativa es elaborar compost. Para ello, se debe almacenar el césped dentro de una estructura de aproximadamente 1 m³ para que, luego de que se descomponga, sea repuesto en forma de abono orgánico (Césped.es, s. f.).

Beneficios del *mulching*

- No es necesario deshacerse del césped cortado.
- Permite el ahorro del gasto de abono.
- Enriquece la calidad del suelo, puesto que es un abono ecológico.

- Es una acción positiva al medio ambiente.
- Aunque los cortes son más continuos, el tiempo que se invierte en la actividad no es mayor.

12. Aireación

Con el paso del tiempo, el suelo se compacta e impide el desarrollo de césped al máximo de sus posibilidades, pero favorece la aparición de malas hierbas. Esto puede darse por el tránsito continuado o por tratarse de un suelo demasiado arcilloso (Jardines Angelo, 2013).

La compactación del suelo origina una modificación del volumen de los poros, lo que dificulta que el aire y el agua circule de forma correcta. La compactación es producida cuando no se oxigena la tierra y el agua queda inundada en la superficie, o si el terreno es inclinado, corre sin filtrarse hasta las raíces. Lo que se pretende con el aireado es, mediante medios manuales o mecánicos, romper la costra para luchar contra la compactación superficial y favorecer la penetración del agua, el aire y los abonos, y así incentivar el crecimiento en profundidad de las raíces (Jardines Angelo, 2013).

12.1. Modo manual

El modo manual se recomienda en zonas de pequeña y mediana superficie. Se airea haciendo uso de un sacabocados, el cual penetra la tierra para extraer cilindros de tierra de aproximadamente 2 cm de diámetro (Jardines Angelo, 2013).

Otra opción es usar el trinche, que genera orificios con el mismo ancho, pero sin retirar la tierra (ver figura 28). Este último método no es tan eficiente, dado que se hace el agujero mediante compresión y a unos 10 cm de profundidad (Jardines Angelo, 2013).

12.2. Modo mecánico

Para extensiones de gran superficie, como parques o campos deportivos, se pueden emplear herramientas que se acoplan a los tractores de césped. También existen rodillos con púas para aceleran la labor. Estos no suelen ser caros y facilitan la labor en medianas extensiones (Jardines Angelo, 2013).

La aireación debe realizarse en suelos bien empapados hasta una profundidad de 13 cm, para facilitar la penetración de los pinchos. En los suelos arcillosos o con tendencia a la compactación, se suelen rellenar con arena los agujeros para conservar su capacidad de aireación. Hay que tratar de no pinchar las tuberías del sistema de riego subterráneo (Jardines Angelo, 2013).



Figura 28. Aireación manual del césped

De los métodos anteriormente mencionados, los que más convienen emplearse son aquellos que al pinchar actúan como un sacabocados, retirando tapones de tierra y dejándolos sobre el césped para luego desmenuzarlos con un rastrillo (Jardines Angelo, 2013).

12.3. Época para airear

La aireación se puede realizar de forma conjunta con labores como la resiembra y el escarificado. En un suelo normal, puede ser suficiente realizarlo una vez cada 3 años. Mientras que, para suelos arcillosos o deportivos, que tienen tendencia a la compactación, se debe realizar más a menudo. En los campos de fútbol se llega a realizar 2 o 3 veces al año. Cabe resaltar, además, que se recomienda airear los céspedes de estación fría en otoño, mientras que los de estación cálida, en primavera (Jardines Angelo, 2013).

Síntomas de falta de aireación (Jardines Angelo, 2013)

- Después del riego o lluvias, se presentan encharcamientos
- Presencia de musgo
- Presencia de calvas en ciertas áreas que no se regeneran, originadas por tráfico intenso
- Césped débil y sin vigor
- Césped de color amarronado

13. Escarificado del césped

Según Gonzales (2018), consiste en arañar el suelo superficialmente para eliminar el fieltro. El fieltro es una capa que se forma con restos de tierra, raíces y hojas secas que se acumulan en el suelo. Esta capa perjudica al césped natural de dos maneras:

- Dificulta el paso de fertilizantes, del agua y el aire.
- Favorece la aparición de hongos.

Dependiendo de la cantidad de fieltro acumulado, esta labor se debe realizar cada 1 o 2 años (Jardines Angelo, s. f.).

13.1. Modo manual

Se requiere de un rastrillo con el que se araña con vigor la superficie. Esta es una excelente alternativa para jardines de poca extensión (Jardines Angelo, s. f.).

13.2. Modo mecánico

Se emplea una máquina escarificadora verticortadora, que tiene cuchillas que cortan la capa de fieltro. No se debe temer por las raíces que puedan cortarse con el césped, ya que se regeneran sin dificultad. Se aconseja para grandes y medianas extensiones. Es recomendable que el césped se encuentre húmedo y con un corte bajo antes del escarificado (Jardines Angelo, s. f.).

Ya sea con una máquina escarificadora o con rastrillo, debe hacerse en dos pasadas, una horizontalmente y otra perpendicularmente a la primera, es decir, entrecruzándose. Luego se debe retirar todo el forraje y los desechos, primero con un rastrillo de púas flexibles y luego pasando el cortacésped, ya que por su acción succionadora deja la superficie del césped más limpia de restos (Jardines Angelo, s. f.).

Luego del escarificado, el césped presenta un aspecto feo, aparentando que se encuentra destrozado. No hay que preocuparse, ya que es una labor muy beneficiosa y en unos días el césped se recuperará y presentará un buen aspecto. Además, es aconsejable regar y fertilizar o recebar. También es buen momento para sembrar si el césped lo necesita (Jardines Angelo, s. f.).

13.3. Época de escarificar

El mejor periodo para el escarificado corresponde a los meses de septiembre y octubre, después del frío del invierno (ver figura 29). En estos meses, el césped no se encontrará en buen estado, debido a que no deja circular bien el aire, el agua y los nutrientes. En abril, mayo o junio se puede hacer una segunda escarificación si fuese requerido.

- Céspedes de estación fría: en otoño
- Céspedes de estación cálida: en primavera (Jardines Angelo, s. f.)



Figura 29. Césped luego de ser escarificado

14. Recebo de césped

Recebar el césped natural consiste en adicionarle una ligera capa de arena y de mantillo o turba. Una combinación de los elementos anteriores se usa para mejorar el suelo tras el proceso de aireado o del escarificado. Normalmente, se aprovecha para resembrar previamente y que las semillas queden enterradas por el recebado. Se coloca en toda la superficie del terreno, aunque también se puede usar para nivelar depresiones del campo, que pueden causar accidentes cuando se corre, y para rellenar los agujeros del aireado (Jardines Angelo, s. f.).

15. Resiembra del césped

La resiembra es una actividad rutinaria que consiste en volver a colocar semillas en los espacios que han quedado sin presencia de cobertura vegetal (ver figura 30), ya sea por daños naturales (clima, sombra, suelo, agua) o por el factor humano (pisoteo y mal uso de los espacios públicos) (Jardines Angelo, s. f.).

Se recomienda que la semilla que se utiliza para resembrar sea de la misma especie que se ha sembrado, pero también se puede hacer uso de otras. En las tiendas especializadas se venden paquetes con una mezcla de diferentes variedades de semillas, escogidas para diversos climas o usos: recreo, climas secos, ornamental, uso deportivo, sombra, etc. (Jardines Angelo, s. f.).

Además, es posible encontrar en el mercado semillas que pueden germinar sin estar enterradas. Esto se debe a que la semilla ha sido recubierta con una capa que la protege y nutre, manteniendo las mismas condiciones como si estuviera enterrada. Cabe resaltar que, si la zona a resembrar tiene menos de un 50 % de césped, es mejor retirarlo todo y sembrar de nuevo (Jardines Angelo, s. f.).



Figura 30. Resiembra manual de césped. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

15.1. Modo de resembrar

Lo primero es determinar cuál fue el motivo que originó la presencia de zonas sin césped, como enfermedades por hongos o insectos, o si por el contrario fue originada por un inadecuado mantenimiento (Jardines Angelo, s. f.). Una vez sepamos el problema se deben tomar las acciones para evitar que vuelva a suceder en el futuro, los pasos para la restauración del césped natural son los siguientes:

- Retirar todas las raíces secas y los restos de hojas.
- Rastrillar el suelo hasta los 15 cm de profundidad y mezclarlo con mantillo o turba.
- Nivelar la tierra a la altura del césped de los alrededores.
- Esparcir la semilla homogéneamente en la proporción indicada por el suministrador.
- Cubrir la semilla con una ligera capa de 2 mm de tierra o rastrillar de forma suave la tierra para que quede enterrada.
- Si se desea, se puede cubrir la tierra con una ligera capa de paja para evitar que los pájaros se coman las semillas y así proteger de la sequedad al suelo.
- Regar de forma ligera simulando una lluvia fina, sin generar charcos y 2 a 4 veces diarias, para que el suelo no se seque hasta que las semillas germinen. Cuando el césped alcance 2 cm de altura y conforme se vaya segando, hay que ir disminuyendo la frecuencia con la que se riega y aumentar la cantidad (Jardines Angelo, s. f.). Ver la página 128 de "Riego inicial".

15.2. Época para resembrar

Se puede realizar cada año. La época adecuada es el otoño, ya que durante esa estación y el invierno el césped desarrolla en mayor proporción su sistema radicular. Cuando llega la primavera, el césped presentará raíces extensas y fuertes que permitirán un saludable desarrollo de las hojas (Jardines Angelo, s. f.).

Según lo que se indica en Jardines Angelo (s. f.), otra época para resembrar es durante los principios de la primavera, pero evitando el calor intenso del verano. La distinción es la siguiente:

- Principios de primavera: resiembra de céspedes de estación cálida
- Principios de otoño: resiembra de céspedes de estación fría

16. Fertilización postsiembra

El césped necesita nutrientes para desarrollarse, pero las plantas exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse de tal forma que la planta pueda absorberlos. Para obtener un césped natural verde, sano, tupido y sin hierbas malas, se tendrán que conocer las necesidades nutritivas y aplicarle un adecuado programa de fertilización. Para esto, se deberá determinar qué variedad de césped posee, las propiedades del suelo y cuándo y cómo debe aplicar el fertilizante (Césped.es, s. f.).

Durante el riego y el recorte, la fertilización es vital para mantener saludable el césped. Mientras que un uso desmedido de estos o una aplicación incorrecta pueden generar efectos contrarios a los esperados. Hay que prestar atención a las dosis que se aplicarán, la época de fertilización, los consejos y normas de manipulación establecidos por el proveedor o fabricante (Césped.es, s. f.).

17. Necesidad de fertilización

El césped consume mucha energía y es muy sensible a la falta de nutrientes. Los fertilizantes son fundamentales para propiciar el desarrollo del césped, unidos a un buen riego y un adecuado corte (Césped.es, s. f.).

Según Césped.es, los motivos necesarios para fertilizar se detallan a continuación:

- Existen suelos muy arenosos, con muy pocos nutrientes y los pierden por el efecto del lavado del agua.
- La siega continua a la que se le somete al césped hace necesario aportar correctamente los nutrientes que propicien su recuperación.
- Ayuda al césped a recuperarse frente al pisoteo y los daños que ocasionan las enfermedades, hongos e insectos. Lo fortalece y previene el ataque de estos.
- Estimula el crecimiento de raíces y hojas.
- Repone las pérdidas de nutrientes ocasionadas por la volatilización, la filtración, el retiro del césped cortado y el propio consumo realizado por el césped.
- Ayuda a disminuir y controlar las hierbas malas.
- Un césped con bajo contenido en nitrógeno desarrolla clorosis (color amarillento) y alcanza poca masa vegetal y densidad.

18. Pasos previos al abonado

Para determinar la cantidad de fertilizante que se necesita, es preciso tener en cuenta estas recomendaciones:

18.1. Analizar el suelo

Se debe conocer el pH del suelo. Dependiendo de si este es elevado (alcalino) o bajo (ácido), necesitará un tipo de fertilizante u otro. Lo ideal es que se encuentre en 6,5 o entre 5,5 y 8 pH (Césped.es, s. f.).

18.2. Identificar la variedad de césped

Determinados fertilizantes son comercializados para tipos seleccionados de césped, aunque no es lo más común (Césped.es, s. f.).

18.3. Calcular la superficie de césped

“Las cantidades correctas se expresan en kg por m², así que para saber cuánta cantidad se necesita, previamente, se tiene que conocer cuántos m² tiene la pradera de césped” (Césped.es, s. f.).

El césped exige varios abonados durante el año que le aporten una nutrición equilibrada, compuesta principalmente por:

- **Nitrógeno.** Favorece el crecimiento de tallos y hojas, así como la coloración. Es retenido mal en todos los suelos y fácilmente es arrastrado por acción del agua, de la lluvia o del riego. Sin embargo, el césped necesita una gran cantidad de nitrógeno para su crecimiento, principalmente durante la primavera y el verano (ver figura 31).
- **Fósforo.** Favorece el enraizamiento y el establecimiento del césped. También es un elemento cuya retención es pésima en los suelos arenosos.
- **Potasio.** Interviene en la fotosíntesis y favorece la acumulación de reservas de nutrientes y del agua, así como la resistencia al pisoteo del césped, al frío, la sequía y las enfermedades. El césped necesita más potasio durante el otoño e invierno.
- **Magnesio.** Influye en la coloración de las hojas.
- **Azufre.** Intensifica el color verde del césped y aumenta su resistencia a las enfermedades (Jardineros Cunit, s. f.).



Figura 31. Un césped con bajo contenido en nitrógeno y magnesio desarrolla clorosis (color pardo y amarillento), así como escasa masa vegetal y densidad.

19. Enfermedades y plagas del césped

19.1. Enfermedades

Antracnosis

El patógeno del género *Colletotrichum* sp. produce la podredumbre basal del tallo, que inicialmente se encuentra mojada (ver figura 32). En la superficie encrespada aparecen pequeños rodales de plantas que se amarillean y luego mueren (El Hogar Natural, s. f.).

Los síntomas aparecen durante épocas calurosas y húmedas, y el suelo se encuentra seco. La planta suele estar mojada y el patógeno coloniza las hojas más viejas y acelera el proceso de envejecimiento y el de los brotes. Además, el exceso de pisoteo y los cortes demasiado bajos influyen en la aparición de este. Las hojas muertas tienen un color que va de canela claro a pardo. Para su control se aplican clortalonil, iprodione, y asociaciones de ditiocarbamatos (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 32. Césped con antracnosis

Fusariosis o moho blanco

Esta enfermedad fúngica, causada por *Fusarium* sp., es muy frecuente en los céspedes, sobre todo en las zonas donde el clima es húmedo. Afecta las hojas, las raíces y la corona. Los daños en estas últimas son característicos del tiempo seco y cálido. Los daños en hojas y en plántulas pequeñas se presentan en condiciones de humedad elevada y altas temperaturas. Se caracteriza, además, porque parecen pequeñas zonas de hierba amarillenta, que crecen hasta tener los 30 cm de diámetro y, luego, se fusionan para formar extensas zonas de color pardo en las que la hierba muere (ver figura 33). En tiempo húmedo, los bordes de las zonas enfermas pueden cubrirse con un moho lanoso blanco o rosáceo. Para controlarlo es frecuente el empleo de metiltiofanato, maneb, tiabendazol, carbendazina, procloraz, iprodione, etc. Se aconseja drenar los suelos húmedos para evitar que se acumulen los fertilizantes nitrogenados (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 33. Infección por *Fusarium*

Helminthosporium

Es un hongo que provoca necrosis en las hojas, de color blanco amarillento en el centro y negro en los bordes (ver figura 34), con unos 0,5 mm de ancho por 1-2 mm de largo en la dirección de las nervaduras. Se puede presentar en cualquier momento, a excepción de épocas con temperaturas extremas, muy altas o bajas. Es frecuente en periodos largos de lluvia o con cielo nublado. Se aplica mancozeb, iprodione, procloraz y maneb para controlar la enfermedad (El Hogar Natural, s. f.).

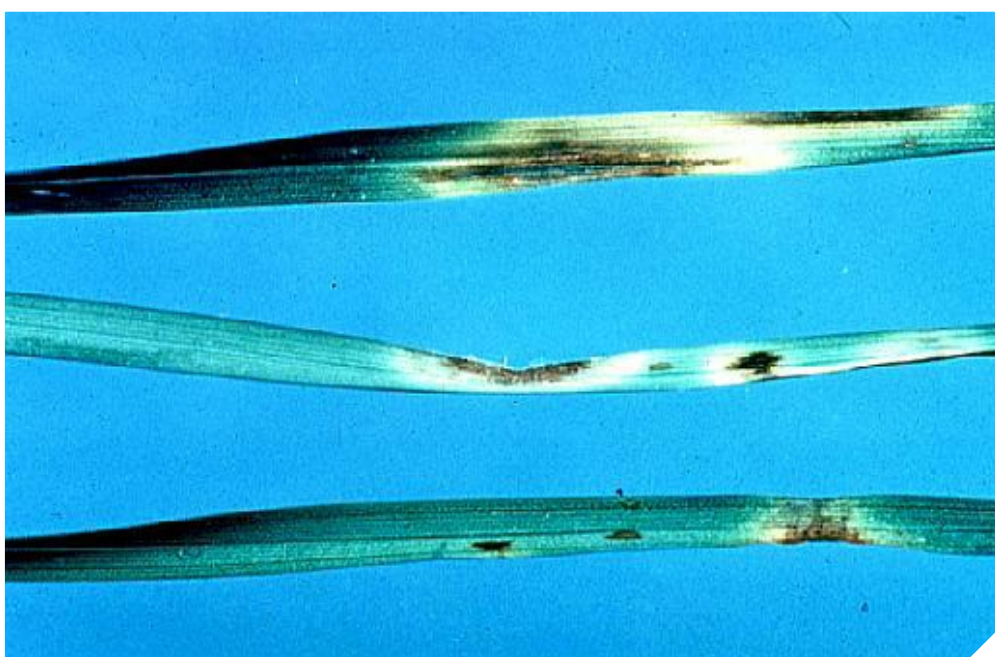


Figura 34. Infección fúngica causada por *Helminthosporium* sp.

Hilo rojo

Es también un hongo que infecta el césped. Se presenta como pequeñas circulares de 5 a 20 cm de diámetro, con hojas sanas y enfermas, y filamentos rojizos muy característicos (ver figura 35). Su aparición está ligada a las carencias nutricionales de nitrógeno y a la humedad. Por ello, es necesario que se supervisen las posibles carencias de oligoelementos como el hierro y el cobre. Para su control, es aconsejable aplicar fertilizante y productos como clortalonil, iprodione, tiabendazol, etc. (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 35. Hoja de césped atacada por hilo rojo

Mancha de dólar

Es un hongo de la especie *Sclerotinia homeocarpa* que ocasiona pequeñas manchas marrones con diámetros de 2 a 6 cm que aumentan en tamaño y número, si no se llega a controlar. Las hojas en estas zonas se secan totalmente (ver figura 36).

Cuando el césped tiene rocío, se observa el micelio blanquecino del hongo. Se presenta durante temporadas de temperaturas suaves o cálidas, y con altos niveles de humedad. Su control se realiza mediante tiabendazol, iprodione, clortalonil, etc.

En cada ataque se requiere cambiar de producto, ya que las cepas se vuelven más resistentes. Afecta a los céspedes de hoja muy fina ya instaurados, especialmente durante el otoño y el verano (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 36. Vista general (izquierda) y vista de unidad (derecha) de mancha de dólar

Oídio

Infecta básicamente las variedades *Poa* y *Festuca* (ver figura 37). Este hongo se presenta durante abril y mayo, pero también lo puede hacer en otras épocas, cuando existen temperaturas entre los 15 y 20 °C. El control químico se realiza a través del uso de azoxystrobin, azoxystrobin + difenoconazole, custombio B5, benomyl, etc. (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 37. Oídium en césped

***Pythium* sp.**

Produce daños en el cuello-raíz y en las hojas de la planta. En las hojas aparecen, durante periodos húmedos y calurosos, manchas circulares con una consistencia aceitosa (ver figura 38). Cuando ataca a la raíz o el cuello decae de forma general de la planta. Si los daños aparecen durante la germinación, puede matar a las plántulas. Para su control se debe aplicar Fosetil-Al 80 %, en presentación de polvo mojable a una dosis de 12-14 kg/ha (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 38. *Pythium* sp. en césped

Chupadera

Es un hongo de la especie *Rhizoctonia solani* que aparece a modo de manchas o anillos de césped muerto o dañado. El césped se vuelve amarillo, en hojas individuales en las que se pueden ver manchas irregulares y se pudren desde la corona. Si se observa cuidadosamente, las áreas afectadas inicialmente muestran un color verde-púrpura que rápidamente cambia a café. La infección de la mancha parda en las áreas de la corona causa que se pudran, por lo que las plantas y los rizomas se pueden estirar y retirar fácilmente (El Hogar Natural, s. f.).

Las plantas de las áreas de césped afectadas mueren rápidamente. Las manchas pueden ser muy pequeñas (unas cuantas pulgadas de diámetro), pero en ciertas condiciones pueden medir 50 pulgadas o más (ver figura 39). En el centro de la mancha, algunas hojas crecen con una apariencia de anillo que se conoce como "ojo de rana". Se desarrolla cuando hay temperaturas húmedas relativas altas y suaves (El Hogar Natural, s. f.).

El drenaje deficiente y el exceso de abono nitrogenado favorecen el desarrollo de esta enfermedad. La infección avanza rápidamente cuando la temperatura del aire nocturno es mayor a 20 °C. Se controla aplicando tiabendazol, mancizeb, iprodione, metiltiofanato, clortalonil, etc. También se puede agregar nitrógeno y cal, si son necesarios, y retirar la hierba segada (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 39. Vista de cerca (izquierda) y general (derecha) de infección de *R. solani* en césped

Royas

Se ocasionan debido a los basidiomicetos de los géneros *Puccinia* sp. y *Uromyces* sp., produciendo manchas de color amarillento-anaranjado claro en los tallos y hojas, asimismo, puede ocasionar la formación de pústulas sobre las hojas. Esta enfermedad fúngica se manifiesta desde junio hasta finales de septiembre, y se ve favorecida según las condiciones del suelo (carencia de nitrógeno) y las condiciones climáticas (cielo encapotado). Se controla aplicando oxicarboxina, maneb, benodanilo, mancozeb y zineb. También ayuda el uso abonos para vigorizar el césped.



Figura 40. Infección de roya en hojas de césped

19.2. Plagas

Gusanos

En este grupo se encuentran las orugas de varios lepidópteros. Suelen hallarse en el suelo, pero no causan daños, aunque cuando su número es elevado sí pueden ocasionarlos. Destacan el gusano ejército (*Spodoptera* sp.) (ver figura 41), los gusanos blancos como la gallinita ciega, etc. Para controlarlos se usa foxim, fonofos o carbaril, con dosis recomendadas por el fabricante (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 41. *Spodoptera* sp. en césped

Hormigas

Las hormigas pueden aparecer en diferentes estadios del desarrollo del césped. El momento en el que son más perjudiciales ocurre en los días después de la siembra, cuando trasladan las semillas de un lugar a otro, lo que provoca irregularidades y fallos. En otros casos, el césped puede presentar pequeños orificios en el suelo con montoncitos de tierra alrededor (ver figura 42). Existen productos que se aplican mediante el espolvoreo. Las hormigas transportan al hormiguero el producto y así se logra controlar y eliminar toda la colonia con una elevada persistencia (El Hogar Natural, s. f.).



Figura 42. Hormiguero en césped (izquierda) y hormiga en primer plano (derecha)

Díptero tipula

Son las larvas de *Tipula oleracea*, una especie de mosquito gigante con largas patas (ver figura 43), que gustan de las zonas marítimas y de inviernos suaves. Las hembras de esta especie ponen huevos en la cubierta vegetal y no producen daño a las personas. De estos huevos nacen las larvas, que son de color gris y duras, y se alimentan de los cuellos y las raíces de las plantas durante el día y, cuando salen a la superficie, por la noche, se alimentan de las hojas y los tallos. Cuando los ataques son importantes, el césped pierde su sistema radicular y se levanta fácilmente. Para su control se emplean insecticidas como clorpirifós, foxim, carbaril, fonofos, etc. (El Hogar Natural, s. f.).

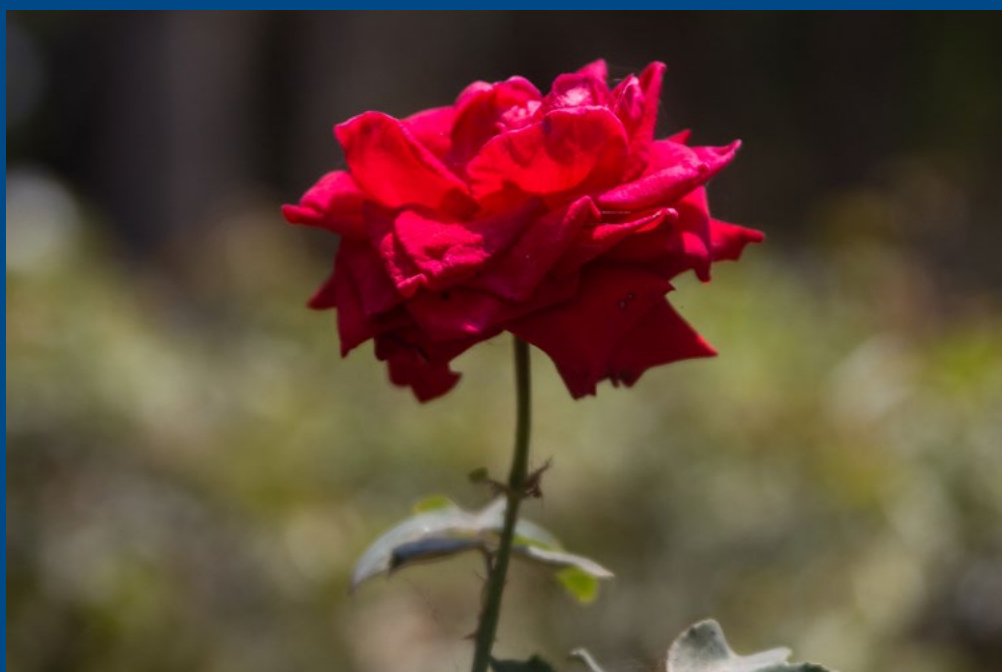


Figura 43. *Tipula oleracea* en césped

MÓDULO

6

Establecimiento y mantenimiento de rosales



MÓDULO

6

Establecimiento y mantenimiento de rosales

El género *Rosa* comprende numerosas especies, obtenidas mediante hibridación y selección (Yanchapaxi *et al.*, 2010, p. 2). Se reconocen más de 30 000 variedades en el planeta y todos los años aparecen cientos de nuevas especies. Actualmente, están a la venta entre 2000 y 3000 de las variedades mencionadas (InfoAgro, 2013).

El rosal está comprendido dentro de la familia botánica de las rosáceas, la cual es de las más diversas dentro del medio natural (Jardines de la Rosaleda, 2007).

En el siglo XVIII, como resultado del entrecruzamiento entre los híbridos de China y los del continente europeo, surgió una extensa diversidad de rosas denominadas híbridos de té, las cuales se caracterizan por presentar un botón grande y tallos largos. Recién en 1900, Estados Unidos y Europa empezaron a producir rosas con fines comerciales (Yanchapaxi *et al.*, 2010).

“La rosa posee raíz pivotante, tallo leñoso, hojas compuestas, flores con cáliz de cinco sépalos y corola de un número variado de pétalos, así como frutos carnosos y anaranjados que contienen numerosos aquenios” (Yanchapaxi *et al.*, 2010, p. 2).

1. Clasificación de los rosales

Cada una de las rosas que actualmente se usan en jardinería provienen de hibridaciones artificiales de las rosas primitivas entre sí y entre los productos de esas variedades, al igual que por mutaciones y selección (InfoAgro, 2013). Por lo tanto, las clasificaciones pueden ser confusas, por lo que se empleará una que englobe a los rosales por sus características más resaltantes (Rosa, 2009).

Los rosales se clasifican según su hábito de vida, fenología de floración, tamaño de flor y densidad de flores.

1.1. Rosales de té

Son variedades cruzadas de variedades híbridas de grandes flores, que se caracterizan por presentar tallos erectos muy abundantes y conocidos (ver figura 1). La mayoría de estas variedades florecen casi todo el año, con pocas flores por planta y tallos largos; lo que permite que sean utilizadas para decoración de interiores, en jarrones, búcaros y formaciones de setos.



Figura 1. Rosal de té

1.2. Rosales *polyanthas*

Estos rosales proceden del cruce de *Rosa chinensis* y *Rosa multiflora* (Evert *et al.*, 2010). Sus flores son de tamaño pequeño y están agrupadas, con una alta densidad de floración en otoño, primavera y todo el verano. Son plantas de tipo arbustivo compacto y resistentes a las bajas temperaturas (ver figura 2). Resultan muy adecuadas para jardineras lineales.



Figura 2. Rosal *polyantha*

1.3. Rosales llorones

Pertencen a la variedad de rosas híbridas, con ramas flexibles y caídas, que son injertadas sobre portainjertos de tamaño variable de los patrones *R. canina*, *R. indica* o *R. manetti*. Al igual que los rosales de té, pueden florecer todo el año si son adecuadamente manejados (ver figura 3).



Figura 3. Rosal llorón

1.4. Rosales de pie bajo

Son plantas arbustivas de las variedades grandiflora, injertadas sobre pies con patrones de tamaño bajo. Incluyen las variedades miniatura, floribunda de flores pequeñas y la colección Poulsen. Se caracterizan por su floración abundante en otoño, primavera y verano; pero si un mes antes se realiza la poda y el abonamiento, pueden ser manejados y programados el momento de la floración (ver figura 4).



Figura 4. Rosal pie bajo “Iceberg”

1.5. Rosal floribunda

Son rosales con abundantes flores de tamaño mediano, que se presentan agrupadas en forma de ramos (ver figura 5). Esta variedad surge a partir del cruce del rosal híbrido de té con rosas *polyantha*, que es producto del cruce de las especies *Rosa chinensis* y *Rosa multiflora* (Evert *et al.*, 2010). El primer cruce obtenido fue llamado rosa Poulsen y desde 1930 se ha utilizado el nombre de floribunda para describir estos cultivos, que se han empleado con gran éxito y han sido plantados en masa. Por su hábito de crecer en forma arbustiva, son muy usados para la formación de setos, borduras y bancales en jardinería pública, y pueden presentar floración en otoño, primavera y verano.



Figura 5. Rosa floribunda

1.6. Rosales trepadores

Son arbustos de las variedades de híbridos de té que se caracterizan por presentar tallos largos y flexibles que pueden ser guiados por elementos de tutoreo. Presentan flores simples aromáticas o plenamente dobles con floración continua, las cuales aparecen en solitario o en ramilletes. Se utilizan para decorar fachadas, pérgolas, paredes, etc. (ver figura 6).

Existen tres variedades de rosas trepadoras:

- Rosales trepadores con flores grandes, que son de floración continua en primavera y verano.
- Rosales trepadores con flores pequeñas, que son de floración también continua en primavera y verano.
- Rosales trepadores con floración muy abundante y tallos un poco más rígidos, con floración muy aromática y única en primavera a partir del segundo año. Tienen su origen en rosas muy antiguas.



Figura 6. Rosal trepador

1.7. Rosales miniatura

Proviene de mutaciones de las antiguas rosas de jardín y de los híbridos de té obtenidos, en su mayor parte, en China. Estas plantas reciben aquel nombre porque no llegan a levantarse más de 25 cm del suelo. Presentan floración exuberante, formada por preciosas flores similares a las de los híbridos de té (Rosales miniatura, s. f.). Son ideales para jardines de rocallas, jardines pequeños y para el cultivo en contenedores, macetas, tiestos o jardineras (ver figura 7).

En cuanto a las tonalidades de las rosas, estas exhiben una escala completa que va desde el blanco puro al rojo carmín, que abarcan los colores rosa, coral, amarillo, entre otros. Hasta ahora, los cultivadores no han logrado obtener rosas de color azul celeste puro, y con respecto al color negro, solo sabemos que las historias cuentan que en 1889, en el jardín del sultán de Turquía, se hallaron rosas de ese color (Rosa, 2009).

La clasificación anteriormente presentada es una de las muchas clasificaciones que se pueden hacer y resulta suficiente para conocer las variedades más interesantes y orientar su elección.



Figura 7. Rosal miniatura

2. Requerimientos climáticos y edáficos

2.1. Temperatura

La temperatura es una de las variables fundamentales para el desarrollo de las rosas y debe oscilar entre 17 y 25 °C. La temperatura mínima durante la noche debe ser de 15 °C y la máxima durante el día, de 28 °C (El cultivo de las rosas para corte, s. f.).

Los valores de la temperatura pueden variar ligeramente por periodo cortos sin que esto afecte a la planta, pero una temperatura nocturna inferior a 15 °C y que se mantenga constante perjudica el desarrollo de la planta. La variación constante de la temperatura produce flores con un enorme conjunto de pétalos y sin forma en el caso de que abran (El cultivo de las rosas para corte, s. f.).

Las temperaturas fuera del rango afectan la producción y producen flores más pequeñas del promedio, con pocos pétalos y de tonalidad cálida (El cultivo de las rosas para corte, s. f.).

2.2. Iluminación

El fotoperiodo influye en el desarrollo de las rosas durante el año. En la temporada de verano la producción de rosas es más alta porque tienen más horas de luz que durante los meses de invierno (El cultivo de las rosas para corte, s. f.).

2.3. Suelo

Las rosas, por lo general, necesitan un suelo profundo de textura franco a franco-arenosa, rico en materia orgánica, que mantenga la humedad y con un pH ligeramente ácido, entre 6 y 6,5.

3. Plantación de rosales



Figura 8. Rosales

3.1. Rosal trepador Paz, parte de la colección de rosales en Lima

Para sembrar rosales, estos deben acabar su periodo vegetativo y pasar el invierno en reposo. No obstante, en las regiones frías es preferible sembrarlos en noviembre. También se pueden sembrar en marzo o abril; así, el riesgo a bajas temperaturas es mínimo (Ruiz, 2012).

Asimismo, en las regiones de clima templado, se pueden sembrar en los meses mencionados anteriormente. Pero si los rosales se van a sembrar en macetas o jardineras (ver figuras 9 y 10), se puede llevar a cabo en cualquier fecha, siempre teniendo en cuenta que la tierra sea la adecuada (Ruiz, 2012).

- Situación: se cultivan en el exterior.
- Luz: a pleno sol. Las horas expuestas al sol tendrán repercusión en el número de flores (Rosa, 2009).

- Altura: debe ser máximo de tres metros.
- Suelo: se adapta a toda clase de suelo (Rosa, 2009).

El rosal se adapta mejor al suelo permeable. Es adecuado nutrir el suelo con humus de lombriz combinado con la tierra, a razón de 10 kg por m³ de tierra. La proporción debe ser a razón de 150-200 g por m² (Rosal trepador, s. f.).



Figura 9. Rosales de copa alta en plena floración



Figura 10. Rosales miniatura copa de nieve

4. Forma de riego adecuada

El riego depende de varios factores: el clima, la permeabilidad de la tierra, la edad de la planta, etc. Sin embargo, es correcto, como norma general, tener en cuenta que cuando la planta está en reposo requiere un riego de vez en cuando, y que si se encuentra en periodo vegetativo, necesita riegos abundantes (Rosal trepador, s. f.).

Para las rosas jóvenes recién sembradas, el riego debe ser cada tres o cuatro días. De ser el suelo más arenoso, el riego debe realizarse más seguido. En tanto, las plantas adultas se deben regar semanalmente (Rosal trepador, s. f.).

4.1. Riego

La frecuencia y cantidad de riego depende de varios factores como el clima, la eficiencia del riego y el tipo de suelo. Generalmente, las empresas florícolas utilizan el tensiómetro en sus camas, así la fuerza de retención de las partículas del suelo sobre el agua indica cuándo y cómo regar. Si el tensiómetro tiene una marca mayor a los 20 centibares, se debe regar; pero si marca de 10 a 20 centibares, no se debe regar (Yanchapaxi *et al.*, 2010, p. 3).

De acuerdo con Yanchapaxi (2010), es recomendable poner un tensiómetro a 40 cm y otro a 60 cm de profundidad del suelo. Así, el primero indica la frecuencia y el segundo define el volumen de agua necesario para la planta. También menciona que, en varios estudios realizados, se propone que lo mejor es una mayor carga de agua por riego y con un lapso considerable, hasta que el tensiómetro indique los 40 centibares.

4.2. Recomendaciones sobre el riego de rosales

- A lo largo del primer año a partir de la plantación el riego no debería descuidarse, porque el sistema radicular aún no es profundo (Riego del rosal, s. f.).
- En la estación de invierno, época en que no tienen hojas, no necesitarán aporte de riego. Si estuvieran en una maceta, se deben regar mínimamente para que no se resequen las raíces (Riego del rosal, s. f.).
- Hay que evitar siempre el encharcamiento. Se debe instruir al personal en el uso racional del recurso.
- El exceso de agua en un rosal es un grave problema, pues puede ocasionar que se pudran las raíces y mueran.
- Se recomienda regar por la mañana temprano o al atardecer. Se debe evitar el riego durante las horas de mayor calor del día, pues el agua se secará antes de que la planta pueda absorberla.

- No hay que humedecer las flores ni las hojas. Hacerlo favorece la aparición de hongos, el mayor problema de los rosales. Se debe aplicar el riego al pie de la planta, con manguera, regadera o por goteo.

5. Cultivo de rosales

La primera precaución que se debe tomar en cuenta es llevar a cabo la siembra del rosal inmediatamente después de su compra, con la finalidad de evitar que las raíces sean expuestas de manera directa al aire. Debido a que cada una de las variedades de rosas ornamentales proviene de injertos de diversas variedades de rosas (salvajes del país o seleccionadas) se debe asegurar de que la zona de inserción del injerto, que es la parte abultada por encima de las raíces, quede siempre bajo la superficie del suelo. Después, se debe regar abundantemente, pero de manera lenta, para empapar perfectamente todo el terreno (Rosa, 2009).

El podado de las rosas debe realizarse siempre por encima de las yemas y se debe emplear una tijera de podar que tenga filo y esté desinfectada. El corte tiene que ser limpio e ir en diagonal con respecto al tallo y en paralelo a la yema.

De acuerdo con Rosa (2009), se debe evitar la plantación del rosal en sitios con humedad y suscitar que la zona reciba constantemente aire. Asimismo, pese a su rusticidad, no puede competir con arbustos vigorosos o grandes árboles. Las flores del rosal tienen un tiempo de vida de ocho días; sin embargo, las condiciones climatológicas pueden aminorar este tiempo, y en particular si son atacadas por la lluvia o el viento fuerte.

6. Ciclos de floración

Lima cuenta con condiciones ambientales y climáticas ideales para el cultivo de rosas, las cuales permiten, inclusive, programar la intensidad de la floración de acuerdo con un calendario de eventos.

Los ciclos de floración, que ocurren a lo largo del periodo de crecimiento del rosal, tienen la posibilidad de ser distintos; pues están sujetos a la genética, la disponibilidad de los nutrientes, las condiciones exteriores de temperatura y humedad, y su duración. También, a la composición cromática de la luz que reciben, la inducción o inhibición que el cultivador ejerce con su acción (poda, mantenimiento, etc.), la acción de plagas y enfermedades o las reacciones del rosal frente a ellas, y de la combinación de todas estas variables (Ciclos de floración, 2013).



Figura 11. Épocas de floración: primavera, verano y otoño

6.1. Rosales de floración única

Estos rosales florecen solo una vez en los extremos de las ramas antiguas obtenidas en los años anteriores (periodos de crecimiento de años previos) y en ramas laterales nuevas derivadas de las antiguas. En otras palabras, no florecen en ramas principales o basales nuevas. Por tanto, podar las ramas antiguas significará la ausencia de floración en el rosal hasta que se disponga de otras suficientemente viejas (Ciclos de floración, 2013).

Los rosales jóvenes de este tipo florecen después de dos a tres años, cuando desarrollan tallos más leñosos (ver figura 12). Las ramas con más de dos años presentan una coloración marrón oscuro, mientras que las que tienen más de un año son de color marrón claro y las del año vigente son verdes (Ciclos de floración, 2013).

La floración única es común en las variedades silvestres y en las variedades muy antiguas como las albas, gálicas y centifolias. Sin embargo, algunas clases de rosales de variedades antiguas pueden producir una segunda floración en el mismo periodo de crecimiento. Ejemplo de ello son los damascenos, los musgosos (Moss) o los bourbon. Ello ocurrirá de manera no consistente a lo largo de los años: un año sí, otro no, sin orden ni predicción.

La excepción a lo anterior es el rosal Salet, pues florece continuamente pese a ser una variedad antigua (musgoso) (Ciclos de floración, 2013).



Figura 12. Rosa centifolia

6.2. Rosales de floración repetitiva

La floración de estos rosales ocurre en primavera, aunque no siempre en la primera de su vida. Las flores surgen en el extremo de las ramas nuevas; es decir, las ramas laterales surgidas de ramas antiguas (ver figura 13). También florecen en verano, en la punta de ramas nuevas y en otoño, en las puntas de los tallos basales o principales nuevos que emergen en el actual periodo de crecimiento o en las ramas secundarias o laterales que aparecen en primavera desde los tallos viejos de años anteriores (Ciclos de floración, 2013).

Los tallos presentan diferentes colores, según su edad: los de dos o más años presentan una coloración marrón oscuro. Los de un año, marrón claro. Los tallos de principios del periodo de crecimiento actual son de color verde oscuro; mientras que los más frescos y recientes presentan una tonalidad verde claro (Ciclos de floración, 2013).



Figura 13. Rosa moschata de color blanco de floración repetitiva

6.3. Rosales de floración continua

Estos rosales florecen en los extremos de los tallos, en las ramas secundarias y, en forma de racimos, en las puntas de los tallos nuevos (Ciclos de floración, 2013). Alternan los ciclos de crecimiento de tallos y hojas y sus correspondientes floraciones. La calidad subjetiva (la que solemos manejar) de estos ciclos se basa principalmente en la cantidad de flores por ciclo y en el espaciamiento temporal que separa una floración de la próxima (Ciclos de floración, 2013).

Generalmente, los primeros ciclos de floración suelen ser más exuberantes que los intermedios y los últimos. El rosal Ballerina, en cambio, presenta todos sus ciclos de floración igualmente generosos y es la excepción (Ciclos de floración, 2013).

7. Fertilización de las rosas

Las rosas necesitan algunos factores de mayor relevancia para su crecimiento y el logro de la mayor calidad y productividad (Espinoza, 2015, p. 46): nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro, boro, cobre, zinc y molibdeno (Gamboa, 1995). La frecuencia de abonado debe ser, como mínimo, quincenal. Para ello se puede utilizar un abono regenerador de geranios líquido o fertilizante compuesto Trivalent Bio. Se recomienda que se turne el empleo de ambos (Rosa, 2009).

Los nutrientes o variables mencionados anteriormente se deben encontrar dentro de los rangos adecuados. De no ser así, tendrá efectos negativos en la vida siguiente de la rosa. Entonces, su ciclo de vida se verá mermado (López, 1981).

Un bajo nivel de nitrógeno en el rosal se ve reflejado en sus hojas. Estas se ponen de color amarillo o verde claro, los tallos son más delgados y las flores se encuentran opacas. Por otro lado, la falta de potasio disminuye la longevidad, pero un excedente de este nutriente incrementa a que las hojas se tornen azules. La deficiencia de calcio se ve reflejada en una clorosis en los márgenes de las hojas y evita una apertura normal. Por último, un exceso o deficiencia de boro minimiza la vida de la flor (Espinoza, 2015, p. 21).

8. Abonamiento

El abono que debe usarse para las rosas es el estiércol, el cual puede ser de vacuno, de caballo u otro abono orgánico de calidad totalmente descompuesto. Se debe aplicar durante el invierno y consistir en una mezcla de estiércol, musgo y humus (3 kg por metro cuadrado), y se incorporará al lado de las raíces. A inicios de la primavera, los elementos minerales que la planta requiere comenzarán a ser liberados (Abonado para cada tipo de planta, s. f.).

Con este tipo de abonado se cubre la falta de nutrientes para todo el año, pero se puede complementar con un abonado mineral o químico. Se puede emplear el fertilizante mineral 15-15-15 o uno de lenta liberación (Abonado para cada tipo de planta, s. f.).

Para los dos tipos de abono complementario, la cantidad correcta es 60 g por planta y año, se debe aplicar 30 g en primavera y otros 30 g en otoño. Cabe destacar que actualmente se comercializa fertilizantes exclusivamente para rosales (Abonado para cada tipo de planta, s. f.).

Es preciso realizar una supervisión constante de las plantas para identificar los síntomas de deficiencias nutricionales de macro y microelementos, como hierro, nitrógeno, potasio, entre otros.

La falta de hierro se detecta por la aparición de una coloración amarillenta en las hojas. Para remediarlo, lo más simple es suministrar este mineral al suelo con un abono especial y en la concentración que sugiere el fabricante (Abonado para cada tipo de planta, s. f.).

También se puede modificar la basicidad del suelo con el fin de liberar la abundancia de hierro que la planta no puede asimilar. Por lo tanto, es esencial acidificar el terreno mediante, por ejemplo, la incorporación de musgo claro cada año, que además esponja el suelo y resulta óptimo para el rosal (Cultivo de rosales, s. f.).

9. Formas de propagación de las rosas

Los rosales se pueden propagar a través de cuatro métodos distintos. Se conocen algunos métodos más, como extraer un corcho con raíces del patrón (método empleado para conseguir un cultivo en laboratorio). Sin embargo, los más comunes son el injerto, el esqueje, la semilla y el acodo (Injerto en rosales, 2017).

9.1. Injerto de rosas

Se toma una yema de una variedad y se injerta sobre un rosal silvestre que trabaja como patrón o portainjerto (ejemplos de patrones son la rosa canina, la rosa eglanteria o el híbrido Manetti). De la yema que se injerta saldrá un brote que originará la copa (ramas, hojas y flores). Este proceso es utilizado por viveros comerciales para obtener el injerto. Por otro lado, en el campo, se tienen largas líneas plantadas de patrones a los que se les va injertando uno a uno la variedad que se desea (Injerto en rosales, 2017). En otras palabras, los rosales que se compran no provienen de un individuo, sino de dos:

- El patrón o portainjerto (el rosal silvestre), que provee las raíces y un tallo que sobresale del suelo unos pocos centímetros (Injerto en rosales, 2017).
- La variedad o injerto (lo que observamos), el arbusto con sus ramas, hojas y flores; por ejemplo, Chrysler imperial, eudora, armony, Pascali, etc. (Injerto en rosales, 2017).

Se destaca que el injerto consigue que otra planta (el patrón) otorgue resistencia a las malas condiciones del terreno, como suelos secos o encharcados; además, brinda resistencia al frío, a los nemátodos, al hongo *Verticillium*, etc. (Injerto en rosales, 2017).

El método más común es el injerto de yema en T, que se describe a continuación.

9.2. Pasos para injertar rosas por yema o en T

De acuerdo con Injerto en rosales (2017), los pasos son los siguientes:

- El injerto debe ser colocado en la estación de otoño o primavera, cuando la corteza se abre con simplicidad.
- El patrón debe tener, por lo menos, un tallo de 2 cm de diámetro aproximadamente.
- Sobre el tronco del patrón se hace un corte en forma de "T". Este corte se realiza para alzar la corteza, sin profundizar más.
- Se toma una yema oculta de las ramas que producen flores. Las más apropiadas son las ramas gruesas, que serán latentes y distribuidas entre el tercer o cuarto nudo por debajo de la flor. Para extraer la yema, se realiza un corte que comienza 1,5 cm debajo de la yema hasta unos 2,5 cm por encima de ella. Se extrae la madera de color blanco y se deja el corte de la yema.

- La yema se añade en medio de la corteza que forma la T hasta que el corte no vertical superior coincide con la misma tendencia. El éxito de un injerto es que se encuentre en contacto con las superficies de la yema y del cámbium del tronco; de esta forma quedan unidas entre sí. El cámbium es una lámina superficial de 1 a 2 mm que posee células multiplicadoras. En el momento que se eleva la corteza del patrón para poner la yema, la superficie color blanco que se mira es el cámbium.
- Se amarra el injerto con Parafilm. Este debe ser sacado a los 10 días siguientes, pues de esta forma se minimiza que el injerto presione a la planta (ver figura 14).
- Una vez que la longitud de la yema sea de 10 a 20 cm, se tiene que remover la parte superior en su totalidad. En el siguiente invierno se retira la planta y se la coloca en una maceta.

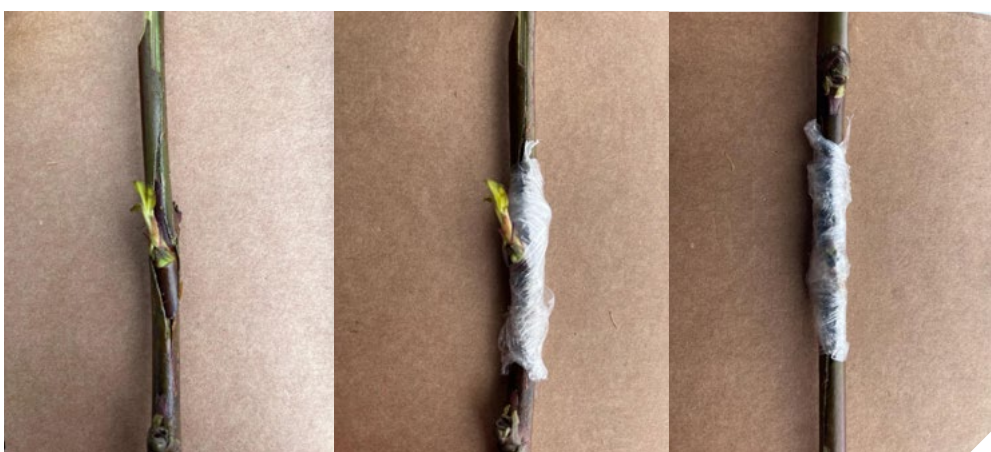


Figura 14. Pasos para injerto de yema en rosas

9.3. Propagación de rosales en árbol

Los rosales que presentan una copa pequeña y redondeada, como si fuera un pequeño árbol, se crean con un doble injerto y son de tres tipos (Injerto en rosales, 2017):

- El patrón que da las raíces y pocos centímetros del tronco (por ejemplo, el rosal multiflora)
- El patrón intermedio que se une al anterior y da sostén como tronco del árbol
- La variedad como la del tipo híbrido de té, floribunda o también miniatura, que se corta a una cierta altura, aproximadamente de 3 o 4 yemas

9.4. Multiplicación de rosas por esquejes o estacas

Es el procedimiento más simple para conseguir un nuevo rosal, pero conlleva ciertas desventajas. Por ejemplo: el rosal no soportará la sequía, la excesiva agua, el frío del invierno ni las lombrices y hongos que habitan el suelo, y la planta tendrá menor tiempo de vida (Multiplicación de rosas por esquejes o estacas, 2017).

Los viveros utilizan el esquejado o estaqueado para propagar los patrones (por ejemplo: rosa rugosa, rosal noisettiano y rosal Manetti) y ciertos polyantha, trepadoras e híbridos perennes de crecimiento vigoroso; sin embargo, son excepcionales (Multiplicación de rosas por esquejes o estacas, 2017).

Pasos para seguir para realizar el esquejado de rosas

A continuación, se presentan las pautas de acuerdo con Multiplicación de rosas por esquejes o estacas (2017):

- Las estacas se toman y se plantan en otoño. Aunque también se pueden atar y conservar en musgo turboso o arena húmeda para plantarlas en la primavera siguiente.
- Elegir las estacas bien desarrolladas que hayan florecido en verano (de grosor de un lápiz, de 6 a 10 mm), debido a que los brotes sin flor son menos vigorosos y poseen menos reservas para el enraizamiento.
- Se deben cortar estacas de 20 a 25 cm de largo.
- El extremo superior de las estacas se debe cortar en bisel por encima de un brote que apunte hacia afuera y el extremo inferior debe recortarse en horizontal. Finalmente, es necesario eliminar hojas y brotes para prevenir la excesiva transpiración, que podría secarlas.
- Aplicar en la base de las estacas hormonas que promuevan el crecimiento de raíces. Esta pauta incrementa las probabilidades de un exitoso agarre; de no hacerse, la posibilidad de muerte será mayor.
- Colocar los esquejes en una maceta con una mezcla de turba y arena e introducirlos de 12 a 15 cm. Además, separar cada esqueje 8 cm uno de otro (ver figura 15).
- Es preciso mantener la humedad y evitar el sol directo. La temperatura ideal está entre 18 y 21 °C. Si es preciso, se debe cubrir los esquejes con un plástico.
- Cuando la planta eche abundantes raíces, se trasplanta cada esqueje enraizado a macetas individuales.



Figura 15. Pasos de esquejado en rosas

9.5. Reproducción del rosal por semillas

Este procedimiento se utiliza de manera limitada, a nivel de aficionado. Las semillas originan descendencias bastante desiguales. En otras palabras, no se conoce cuál será el resultado; puede asemejarse a la planta madre y mantener sus buenas características y propiedades, o no. Es posible que el rosal que se obtenga dé flores de baja calidad, mientras que su madre florezca en perfectas condiciones. Para conseguir una planta exactamente igual a la madre, se debe reproducir mediante esqueje, el injerto o el acodo, los cuales producen clones (Rosa y su reproducción, 2013).

La multiplicación de rosas mediante semillas en el rosal es óptima en dos casos:

- Para obtener patrones, los cuales se pueden lograr por semilla o por esquejes. Por ejemplo, en el caso de la rosa canina se necesitan semillas, ya que por esquejes no enraíza bien; mientras que en la rosa eglanteria y la rosa rugosa se puede lograr por semillas y por esquejes, etc.
- La multiplicación por semillas también es una buena manera para obtener nuevas variedades de rosas y trabajar en su selección. Además, se puede producir un híbrido cruzando dos variedades de rosas diferentes.

9.6. Acodo de rosales

No es un método muy aplicado, pero su uso es válido con algunas especies, como la *Rosa banksiae* (variedad de rosal trepador), muy difícil de conseguir por medio de esquejes como por injerto. El acodo es muy poco usado por el técnico empírico, aunque su ejecución es muy bonita y didáctica (Acodo de rosales, s. f.).

Pasos para obtener un acodo aéreo de rosal

Estas son las pautas a seguir para realizar este procedimiento, según Acodo de rosales (s. f.):

- Se selecciona un tallo nuevo, largo y flexible.
- Se realiza una división en sentido diagonal en la zona a curvar, por la cara inferior, de 2,5 cm de longitud. Esta incisión provocará la retención de la savia para que se desarrollen las raíces.
- Se esparce el corte con polvo de hormona y no se cierra.
- Se introduce esa sección en el suelo y se fija con una ayuda vertical (ver figura 16).
- En un par de meses, se puede separar de la planta madre cortando por debajo de las raíces que han aparecido.
- Se obtendrá lo mismo que un esqueje, aunque este último tiene el mérito de ser más sencillo y requerir menos espacio que el acodo de rosales.



Figura 16. Vista externa e interna de un acodo aéreo

10. Hibridación de rosas

Se obtiene a través del cruce de dos rosas distintas para obtener un híbrido. El polen ubicado en las anteras de los estambres alberga a los gametos masculinos, mientras que los ovarios de la flor se encuentran en el interior del estigma. Para conseguir semillas híbridas, se debe hacer llegar de manera manual el polen de una rosa al estigma de la otra variedad (Hibridación de rosas, 2015).

Pasos para obtener rosas híbridas

A continuación, se presentan las pautas a seguir para realizar este procedimiento, según Híbridos de rosas (2015):

- En primavera, elegir dos flores. La primera es la flor de la cual se extraerá el polen y la segunda, la flor a la que se inseminará. Se debe prevenir que la flor que proporcione el polen se abra un par de días antes que la flor que será fecundada.
- A la flor que se va a inseminar se le retirarán todos los estambres para evitar que se autopolinice y se cubrirá con un plástico transparente para impedir que llegue polen de otras rosas a través del viento.
- A la flor de la que se extraerá el polen se le revisará con una lupa para determinar el estado de maduración del polen contenido en las anteras. Cuando el polen haya completado su tiempo de maduración, se cortan las anteras para guardarlas en un lugar cálido dentro de un frasco de cristal a la sombra, esperando que los estigmas de la flor por inseminar se encuentren preparados para recibir el polen. Esto sucederá cuando los estigmas puedan retener el polen por contacto, lo cual puede verificarse usando la lupa, y acercando los granos de polen que serán extraídos del frasco con un pincel fino.
- Cuando el polen es colocado en los estigmas de la flor, se debe cubrir de nuevo por un periodo de diez días adicionales. Luego, solo se debe esperar la maduración del fruto, para recoger las semillas y poder sembrarlas. Una vez que las plantas hayan completado su desarrollo, se pueden tomar yemas e injertarlas sobre patrones que le aportarán la vigorosidad y resistencia que no poseen estas variedades.

11. Aspectos importantes por considerar antes de plantar rosas

Se presentan los puntos que se consideran importantes antes de la plantación de rosales, de acuerdo con lo descrito en Aspectos antes de plantar rosas (s. f.):

- Se debe obtener rosas de condición óptima, saludables, sin raíces secas (en caso de comprarlas "a raíz desnuda") y con ramas bien desarrolladas.
- Se debe elegir variedades que brinden copiosas y hermosas flores, además de ser perfumadas, y que presenten una mayor resistencia a enfermedades.
- Se sugiere no plantar un rosal en aquella área donde anteriormente se haya plantado otro por un periodo de más de 6 o 7 años, debido a las tres razones, a menos que se cambie de tierra.

- Los microelementos u oligoelementos que quedan aún en el suelo después de todos esos años son insuficientes para ser utilizados por el rosal nuevo.
 - Las raíces del rosal anterior han ido liberando sustancias tóxicas, que quedarán en el suelo y afectarán al nuevo rosal que se plante en el lugar.
 - A través de los años, en ese suelo, se han ido aglomerando hongos que pueden atacar las raíces del ejemplar recién plantado.
- Es necesario mucho sol para que el rosal pueda florecer de manera abundante y brinde flores de calidad. Si bien una sombra ligera también le va bien, no es recomendable una sombra total. Cabe resaltar que existen variedades de rosales que toleran estar bajo sombra en comparación con otras variedades.
 - Es indispensable brindar protección a los rosales del viento fuerte, seco o salino (esto último puede ocurrir si el jardín se encuentra próximo al mar).
 - Tanto los rosales, como las plantas en su mayoría, requieren de un buen drenaje. Esto es necesario para que el terreno donde hayan sido plantadas no acumule agua en excedencia y no ocurra encharcamiento con las lluvias o del propio riego.
 - El excedente de humedad en las raíces ocasiona que las rosas fenezcan por pudrición.
 - En el caso de que el suelo presente un mal drenaje, existen diferentes posibles soluciones:
 - Se recomienda agregar arena y mezclarla bien con la tierra para equilibrar la cantidad de arcilla que presenta. De esta forma se promoverá la aireación del suelo.
 - Es fundamental crear pendientes apropiadas.
 - Se puede instalar una red de drenaje, para la cual se debe preparar una de aproximadamente 60 cm de profundidad y colocar en la parte final una tubería de plástico de aproximadamente 5 o 6 cm, la cual actuará como tubería de drenaje y deberá tener una pendiente hacia un desagüe, colector o red. Sobre el tubo, se debe colocar una capa de unos 15 cm de grava y rellenar con tierra arenosa.
 - Adicionalmente, es recomendable no regar tanto y abonar con suficiente materia orgánica (turba, humus, estiércol, etc.) para promover la aireación del terreno.

12. Tipos de poda en rosales

La poda es una actividad que se realiza para controlar y formar a la planta en función al objetivo que se busca. Consiste, además, en la renovación de la parte aérea de la planta, mediante la eliminación de material vegetativo indeseable, a fin de controlar su altura.

Mediante esta técnica se aprovechan las reservas almacenadas, se prolonga el tiempo de vida de las plantas, se obtienen flores de mejor calidad y se puede programar la producción para fechas específicas (Yong, 2004).

Por medio de la poda, se impulsa la forma y el desarrollo del rosal (Cortés y Cid, 2002). Esta se debe realizar en el momento preciso, pues podría retrasar la floración: la mejor poda es durante el corte de la flor. Se realiza encima de la segunda o tercera hoja de cinco folios, desde el inicio del tallo, nunca sobre una yema unida a una hoja que presenta tres folios, porque es una yema nueva que no desarrollará flor (Yong, 2004, pp. 54-55).

12.1. Tipos de poda en rosal

Poda de formación

Se realiza en plantas jóvenes en desarrollo, con el objetivo de proporcionarles un soporte adecuado (SENA, 2000). En la primera etapa del rosal se debe desarrollar la copa; por lo tanto, se aceptará el crecimiento de tres o cuatro ramas fuertes que serán su soporte durante su vida (Yong, 2004, p. 55).

Una vez lograda la poda de formación, las podas posteriores tendrán el objetivo de mantener la estructura y parte de la planta. Sobre ellas se eliminarán las ramas que no presenten la dirección deseada, y el corte siempre se realizará encima de una yema que tenga la postura adecuada. Como actividad indispensable, no se debe podar sin la yema sobre la que se ejecutará la incisión (Álvarez, 1980). En varios momentos, esta poda coincide con la de producción (SENA, 2000).

Poda de producción

Se realiza esta poda con el objetivo de que las plantas obtengan más flores en un tiempo específico. Se inicia en fechas definidas, con previo conocimiento de cuánto tiempo demoran los ciclos de desarrollo de cada variedad desde la poda hasta llegar a la floración (SENA, 2002). La poda de producción se divide en dos clases, según SENA (2002):

- **Producción continua**

Es también denominada “limpieza”. Consiste en podar de manera selectiva, es decir, los tallos clasificados para una producción continua no son cortados, sino que se cortan los brotes ciegos, tallos delgados, enfermos o secos. Se corrigen las malas podas y, en algunas ocasiones, se reprograman tallos tiernos (SENA, 2002).

- **Producción para fiestas**

En esta producción todos los tallos y las plantas se podan para maximizar la producción a una festividad como el Día del Amor y la Amistad o el Día de la Madre. Cabe destacar que, para la realización de cualquiera de estos dos tipos de poda, se deben eliminar los botones, brotes y yemas en las plantas, tanto de tallos y brotes delgados y débiles como de ciegos, con la finalidad de que la planta pueda almacenar sus reservas y sean utilizadas posteriormente (SENA, 2002).

Poda de renovación

Es una poda no parcial, que se realiza para fortalecer a la planta y sustituir los tallos antiguos y no productivos por unos nuevos (Romero, 2017, p. 61); por lo que no es posible detallar a los cuántos años se lleva a cabo esta labor (SENA, 2002); aunque se propone que la primera se efectúe desde el tercer año de vida de la planta (Eraso, 2000, citado en Yong, 2004).

Poda fitosanitaria

Consiste en eliminar todo material vegetativo seco o enfermo que se encuentra distribuido en la estructura de la planta. La eliminación de estos materiales reduce el riesgo de infección para las plantas colindantes.

Poda de floración

Este tipo de poda es la de mayor relevancia, debido a que dispone la calidad y el número de las flores que se va a obtener. El tiempo indicado para realizar esta labor está definido por el movimiento vegetativo de la planta que, simultáneamente, responde a las características biológicas de la especie y su sensibilidad a las condiciones del clima del área geográfica de cultivo (Álvarez, 1980).

13. Plagas, enfermedades y fisiopatías

A continuación, describiremos las principales plagas de los rosales. Se puede encontrar información detallada en el "Módulo IX. Prevención, control fitosanitario y deficiencias nutricionales en las áreas verdes".

13.1. Plagas

- **Araña roja**

Es la plaga más letal para el rosal, porque el daño ocurre aceleradamente y genera grandes perjuicios antes de que se perciban sus señales (Cillóniz, 2017). Se origina cuando el clima está seco y las temperaturas son muy altas.

Al inicio, las plantas afectadas muestran manchas o piquetes de color blanco y amarillo en sus hojas (ver figura 17). Después afloran telarañas en el envés y se da la caída de las hojas (Cillóniz, 2017).

Control

De acuerdo con Cillóniz (2017), las siguientes indicaciones son las medidas de control:

- Se debe evitar el estrés hídrico junto a una temperatura muy alta (más de 20 °C).
- En el inicio de la infestación, es posible realizar un control biológico mediante la liberación del ácaro depredador *Phytoseiulus* sp.
- El alto número de generaciones y la superposición de estas, en especial en verano, requiere que los acaricidas que serán aplicados actúen sobre huevos y adultos.
- Los tratamientos químicos son útiles para tener un mejor control. Se recomienda el uso de acaricidas como abamectina, acequinocyl, bifenazato, etoxazol, fenpiroximato, spiroidiclofen y spiromesifen.



Figura 17. Síntomas y signos de araña roja en un rosal

- **Pulgones**

Es un insecto no benéfico, de aproximadamente 3 mm de longitud, de color verde y que ataca con mayor frecuencia a los botones o yemas florales (ver figura 18), las cuales mostrarán, más adelante, manchas descoloridas y profundas en los pétalos posteriores. Según Cillóniz (2017), el desarrollo de esta plaga se debe a un ambiente seco y no excesivamente caluroso.

Control

- Puede aplicarse para su control específico piretroides, cipermetrina, clorpirifós, imidacropid, pirimicarb, etc. También se puede hacer uso de controladores biológicos como larvas de crisopas u hongos entomopatógenos (Cillóniz, 2017).



Figura 18. Pulgones en botones florales de rosa

- **Nemátodos**

Atacan la parte subterránea y por lo general ocasionan agallas sobre las raíces (ver figura 19), lo que más adelante generarán su pudrición (Cillóniz, 2017).

Control

- Se debe realizar la desinfección del suelo (Cillóniz, 2017).
- Se puede aplicar en las raíces un nematicida como Ethoprophos 15 %, granulado, oxamyl 240 g/l.



Figura 19. Daños producidos por nemátodos en raíz de rosa

- **Trips**

Son organismos no benéficos que infestan los botones florales cerrados que se desarrollan entre los pétalos y en los ápices de los tallos nuevos, y ocasionan malformaciones en las flores y rayas de color blanco (ver figura 20). La razón por la cual presentan líneas de color blanco es por el daño generado por los trips en el tejido, debido a que estos organismos ingieren nutrientes; además, las hojas se enrollan cuando las orugas comen (Cillóniz, 2017).

Control

De acuerdo con Cillóniz (2017), las siguientes indicaciones son medidas para combatir la presencia de los trips:

- Es fundamental el control preventivo, debido a que se generan daños en las flores. Es recomendable que los tratamientos preventivos se realicen desde el comienzo de la brotación hasta que se empiecen a abrir los botones florales.
- Para el control químico es recomendable usar pulverizaciones, de manera que la materia activa se introduzca en las yemas. Para este tratamiento se utilizan diferentes materias activas, entre las que resaltamos: clorpirifós, cipermetrina, dimetoato, imidacropid, etc.



Figura 20. Trips en hoja de rosa

13.2. Enfermedades

- **Mildiu vellos o tizón**

Provoca la enfermedad más devastadora en los rosales, porque hace que las hojas se caigan rápidamente: una reacción tardía puede dificultar la recuperación de la planta (ver figura 21). Se desarrolla en condiciones de alta humedad y alta temperatura, y aparece como manchas amorfas de color marrón o púrpura en la parte superior de hojas, pecíolos y tallos, así como en áreas de crecimiento activo (Cillóniz, 2017).

Cillóniz (2017) menciona que en el envés de las hojas pueden apreciarse los cuerpos fructíferos del hongo, y aparecen pequeñas áreas de color gris.

Control

De acuerdo con Cillóniz (2017), las siguientes indicaciones son las medidas de control:

- Para prevenirlo, se debe mantener una correcta ventilación en el invernadero.
- Adicionalmente, se debe impedir la formación de películas de agua sobre la planta, debido que esto promueve la germinación de los conidios.
- Se debe colocar tratamientos preventivos con metalaxil + mancozeb y curativos con oxamy + folpet.



Figura 21. Mildiu en rosal

- **Oídio**

Son manchas blancas y polvosas sobre tejidos jóvenes como brotes, hojas, botón floral y la base de las espinas (ver figura 22). Las hojas, además, pierden su forma y se muestran retorcidas o curvadas (Cillóniz, 2017).

Control

- Es muy importante preparar su control, ya que las agresiones graves son muy costosas. Se sugiere emplear sublimadores de azufre (Cillóniz, 2017).
- También se puede usar el control biológico con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum*.
- Es necesario el monitoreo de la humedad y la temperatura del área del vivero. La eliminación de los tejidos contaminados evita la suculencia de los tejidos y disminuye la proporción de inóculo (Cillóniz, 2017).
- El uso de carbendazim, tebuconazol, bupirinato y diclofluanida es ideal para tratamientos curativos (Cillóniz, 2017).
- Se debe monitorear la humedad y temperatura del área del vivero, evitar la suculencia de los tejidos y disminuir la proporción de inóculo a través de la eliminación de los tejidos contaminados (Cillóniz, 2017).
- Para tratamientos curativos, se puede utilizar carbendazim, tebuconazol, bupirinato y diclofluanida (Cillóniz, 2017).



Figura 22. Oídio en rosal

- **Roya**

Son pústulas anaranjadas que aparecen en el envés de las hojas (ver figura 23). Es frecuente en zonas húmedas o por una fertilización nitrogenada en exceso. La sequía y la fertilización potásica, por otro lado, detienen su propagación (Cillóniz, 2017).

Control

- Se debe mantener el control de las condiciones del ambiente y, a la vez, llevar a cabo pulverizaciones con triforina, benadonil, captan, zineb, etc. (Cillóniz, 2017).



Figura 23. Roya en rosal

- **Moho gris o botrytis**

Su desarrollo es fomentado por la ocurrencia de bajas temperaturas y una alta humedad relativa, lo cual origina el crecimiento fúngico de color gris (ver figura 24) sobre cualquier zona de crecimiento, flores, etc. (Cillóniz, 2017).

Además, las operaciones de poda pueden ocasionar heridas que deben vigilarse, pues son conquistadas por el patógeno (Cillóniz, 2017).

Control

- Acciones preventivas como el aseo del invernadero, la ventilación, la eliminación de plantas o de las partes enfermas son importantes para controlar esta enfermedad. Los tratamientos se aplican con benomyl, carbendazim, clorotalonil, kresoxim methyl, iprodione, etc. (Cillóniz, 2017).



Figura 24. Botrytis en rosa

- **Agallas o tumores**

Las agallas o tumores ocasionados por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* se desarrollan en el tallo hasta una altura de 50 cm sobre el suelo o en las raíces (ver figura 25). La bacteria penetra por las heridas cuando la planta crece sobre un suelo infectado (Cillóniz, 2017).

Control

- El suelo debe desinfectarse, principalmente, con vapor o mediante solarización, antes de la siembra. Las plantas que presenten síntomas se deben eliminar (Cillóniz, 2017).
- Es posible combatir a la bacteria que origina estas agallas o tumores mediante el control biológico, utilizando la bacteria *Agrobacterium radiobacter* cepa K84 (Cillóniz, 2017).



Figura 25. *Agrobacterium tumefaciens* en rosa

- **Mosaicos foliares**

Cillóniz (2017) menciona que se usa este término para distintas manifestaciones ocasionadas por virus, que perjudican el follaje del rosal. El síntoma más usual constituye la presencia de unas líneas cloróticas no continuas en forma de zigzag, usualmente ubicadas asimétricamente en relación con el nervio medio (ver figura 26).

Las alteraciones cromáticas pueden presentarse junto a crispamientos y deformaciones del limbo. El grado de exteriorización y la severidad de los síntomas varía de un año a otro en una misma plantación y nunca aparece en el total de hojas, sino que se distribuye principalmente en ciertas ramas o capas foliares de la misma rama, mientras que otras partes de la planta lucen aparentemente sanas (Cillóniz, 2017).

La investigación de Cillóniz (2017) demuestra que, aunque no siempre se observa en los cultivos la incidencia del crecimiento del virus, la floración se retrasa y reduce la vida útil de las plantas.



Figura 26. Mosaicos foliares en hojas de rosas

Control

Por un lado, la base de la prevención de enfermedades causadas por virus es la lucha contra los vectores que propagan las infecciones (como pulgones, ácaros, trips, etc.). Además de limpiar o eliminar las malas hierbas hospedantes dentro y fuera del invernadero, se debe evitar la propagación mecánica, pues en algunos casos esta última suele ser la única forma de contaminación (Cillóniz, 2017).

De acuerdo con Cillóniz (2017), las medidas preventivas que se deben tomar son las siguientes:

- Se debe retirar las plantas infestadas y las sospechosas de estarlo.
- Se debe desinfectar los instrumentos que son utilizados en la multiplicación, la recolección de flores y el corte de hojas con una solución al 2 % de formaldehído y al 2 % de hidróxido sódico durante 6 segundos. Adicionalmente, se puede aplicar fosfato trisódico (377 g/litro de agua) o calor (200 °C durante dos horas).
- Es conveniente utilizar dos juegos de herramientas de corte y de guantes, y realizar el trabajo a intervalos con uno, mientras el otro se encuentra inmerso en la solución, para así eliminar cualquier virus que esté presente en ellos.
- No es conveniente utilizar sustratos o mezclas contaminados de raíces infectadas ni aguas de drenaje de plantas viróticas.

- No es conveniente volver a utilizar los tutores de bambú. Cabe destacar que se pueden reutilizar tutores de aluminio, puesto que este último se puede esterilizar.
- Hacer exámenes cada dos o tres años, cuando se introducen nuevas variedades.

13.3. Fisiopatías

La pérdida de hojas puede deberse a diferentes motivos. Por un lado, cualquier cambio brusco en el nivel de crecimiento puede determinar un cierto grado de defoliación, porque la zona alrededor del pecíolo se extiende rápidamente, lo que aumenta el diámetro de esta parte del tallo, y la base del pecíolo no presenta tejido meristemático y no puede expandirse. Esto ocasiona la ruptura del tejido y causa la pérdida del follaje. Por otro lado, las enfermedades productoras de etileno también pueden provocar la pérdida del follaje y tener el mismo efecto en presencia de gases como el dióxido de azufre y el amoníaco (Cillóniz, 2017).

MÓDULO

7

Establecimiento y mantenimiento de jardines topiarios



MÓDULO

7

Establecimiento y mantenimiento de jardines topiarios

El topiario es un trabajo de modelado de las plantas establecidas en una estructura de fierro. Consiste en podarlas para que se amolden a una forma particular; por ejemplo, la de un animal u otra, según la imaginación del artista.

La necesidad de manejar las plantas ha permitido últimamente desarrollar y combinar el arte con la técnica en el manejo y dominio de las plantas, utilizando estructuras de fierro modeladas con formas de animales, objetos y personas, sobre las cuales se establecen plantas apropiadas que puedan tener un adecuado mantenimiento.

La estima de las cualidades de las cubresuelos, así como sus necesidades fisiológicas, ha identificado una gran gama de especies aptas para manejar y modelar estructuras vegetales.

El arte topiario, desarrollado a partir de la poda para la formación de arbustos, inicialmente era el arte del horticultor o jardinero clásico. Es la técnica y el arte del manejo del topiario clásico y, principalmente, de macizos vegetales establecidos sobre diferentes formas prediseñadas de estructuras de fierros de acero y mallas electrosoldadas.

Los topiarios son una combinación de tecnología, arte y naturaleza que ha exaltado al público con su amplia gama de formas y colores. Siempre se asemejan a un animal, objeto o planta que observamos en nuestro entorno. La combinación de formas y colores en las plantas expresa su calidad.

Su mantenimiento, al igual que su presentación, varía según la atención de las necesidades de las plantas, así como la calidad de las estructuras que los sostienen, para así tener esculturas que no necesiten renovación por un largo periodo de tiempo.

El recambio de estructuras, así como las plantas en la renovación de los topiarios, debe tener en cuenta la estacionalidad de las plantas, su oportuna renovación y la resistencia de la estructura de metal o esqueleto, de acuerdo con el material del que está hecho (normalmente, acero inoxidable).

El cultivo de estas plantas va desde el más pequeño árbol podado para que forme alguna figura, hasta las grandes estructuras que están conformadas al menos por 10 especímenes vegetales. Todos ellos, en una combinación equilibrada, permiten formar una imagen.

1. Definición de topiario

El arte de topiario es una labor de jardinería que se basa en dar formas, figuras o siluetas artísticas a las plantas mediante el recorte utilizando tijeras de podar (Bonells, 2017).

La palabra *topiario* proviene del latín *topiaria* (arte del hortelano), *topiarium* (obra del hortelano decorador), pues fueron los romanos los creadores de estas esculturas vegetales.

Este arte continuó durante el Renacimiento italiano y alcanzó su punto de máximo interés con André Le Nôtre, quien era diseñador de los jardines de Versalles en 1662 y dio a las plantas (principalmente al *Euonymus europaeus*¹) formas cónicas y piramidales (Bonells, 2017). Hay que resaltar que los italianos y, más tarde, los ingleses adaptaron estas técnicas para adornar sus jardines podando formativamente cipreses y buxáceas.

2. Tipos de topiarios

Podemos dividir los topiarios en dos tipos:

2.1. Topiarios básicos clásicos

Toman como base un árbol o arbusto, al cual se le da forma mediante la poda constante.

2.2. Topiarios modernos

Son aquellos que poseen una forma predefinida y prediseñada. Están conformados por un armazón de acero u otro material que le confiere resistencia además de durabilidad, sobre el cual se establecen plantas, principalmente cubresuelos. Estas estructuras terminadas armonizan con el medio ambiente que acompañan (ver figura 1).

El ejemplo de la figura 1, con forma de mariposa, fue construido con una estructura de metal y fibra de vidrio como soporte. Su relleno de sustrato especial, hecho con musgo, humus de lombriz y arena de río, cuenta con un sistema de riego manual por nebulización. Sobre las plantas enraizadas predominan las especies de sanguinaria de color rojo oscuro, santolina de color verde gris, coleus de color verde limón y balsamina con flores de color fucsia.

1 Arbusto de hojas caducas o pequeño árbol de la familia Celastraceae.



Figura 1. Topiario decorativo en el ingreso del jardín botánico del Parque de las Leyendas

3. Materiales y métodos para el establecimiento de topiarios

Los materiales y métodos necesarios para la instalación de un topiario van desde la buena selección de los insumos, las plantas y las herramientas de mantenimiento hasta la poda básica de un árbol o arbusto coposo y robusto, para darle formas de animales o de objetos variados.

Para la elaboración de los topiarios modernos se utilizan estructuras metálicas que conforman el esqueleto metálico electrosoldado y la base reforzada, una cubierta porosa de malla raschel para el establecimiento de las plantas y una mezcla de sustrato conformado esencialmente por musgo, humus y arena de río.

Las plantas que se van a seleccionar deben cumplir varios requisitos, que van desde imitar los colores del tema original que se va a representar y que se trate de plantas de estación, hasta la disposición del personal de campo. Asimismo, la instalación de un sistema de riego por manguera, goteo, nebulización o microaspersión, según requiera la forma y el tema del topiario.

La estructura debe tener un régimen de mantenimiento y seguimiento del desarrollo de las plantas.

4. Estructuras en topiarios básicos y modernos

4.1. Estructura en jardines topiarios básicos clásicos

Se utilizan estructuras direccionales que dan forma y orientan el desarrollo de la copa del arbolillo o arbusto, las cuales están hechas básicamente de alambres o fierros delgados de acero inoxidable o galvanizado, y mallas electrosoldadas que direccionan la forma de la planta leñosa o semileñosa, para darle mayor resistencia y durabilidad. En los topiarios básicos clásicos, estas estructuras servirían momentáneamente, ya que, al obtener la forma deseada, no serían útiles y sería conveniente retirarlas.

4.2. Estructura en jardines topiarios modernos

Se utiliza como base un esqueleto metálico (generalmente, de acero galvanizado) que se forra internamente con malla raschel. Es necesario tener en cuenta un mayor cuidado en su mantenimiento y el manejo del sustrato, pues, a diferencia del anterior, aborda un punto más técnico. Una de sus características es la eficiencia en su mantenimiento y la definición del uso de un sistema de riego, ya sea por goteo, nebulización, aspersión o, incluso, directo con manguera. Para un mantenimiento efectivo del topiario, se requiere un mantenimiento constante.

Estos topiarios modernos utilizan estructuras metálicas y malla de acero electrosoldada que conforma un solo armazón metálico soldado sobre una base o pie, la cual debe estar reforzada con cemento y fierro. La cubierta porosa para el establecimiento de las plantas en nuestro medio es normalmente de malla raschel, de mayor densidad de cobertura por m² y mayor resistencia. La preparación de la mezcla de sustrato está conformada esencialmente por musgo, humus y arena de río.

A continuación, se presentan algunos modelos de estructuras metálicas con formas de animales, objetos y personas.

5. Diseños y modelos de topiarios

Los diseños de topiarios pueden ser muy variados (animales, objetos o personas) y se seleccionan o modifican de acuerdo con los objetivos preestablecidos. La elección comprende seleccionar el modelo preestablecido o uno nuevo, definir el sistema de riego que tendrá, la selección del sustrato de relleno y de soporte de las plantas, y la elección de las plantas que se establecerán. Los modelos de topiario pueden ser muy variados y se usan principalmente para ornamentar áreas verdes de exhibición, puesto que los costos para su establecimiento y mantenimiento son muy elevados.

Los modelos varían entre los clásicos topiarios que solamente necesitan una poda constante para dar forma a la copa de un grupo de arbustos o un solo árbol; las más elaboradas estructuras de diferentes formas, que se obtienen con más de dos especies de plantas cubresuelos o de cobertura; y los modelos modernos, sobre un molde de metal armado que puede tener el sistema de riego por goteo incorporado, de acuerdo con un diseño ya establecido.

A continuación se presenta una serie de modelos y diseños de topiarios.

a. Modelos de topiarios con forma de animales



Figura 2. Topiario con forma de foca y gorilas en el Parque de las Leyendas

b. Modelos de topiario con forma de objetos



Figura 3. Topiario de forma de tetera y tazas

c. Modelos de topiario con forma de personas



Figura 4. Topiario con forma bailarines de marinera en el Parque de las Leyendas

6. Instalación de un topiario

Los pasos para la instalación de un topiario son los siguientes:

1. Selección del lugar donde se instalará el topiario
2. Ubicación o definición de la fuente de agua para el sistema de riego
3. Selección del modelo de topiario
4. Preparación de la estructura primaria de fierro del modelo del topiario elegido (ver figura 5)
5. Selección del sitio donde se va a establecer el topiario
6. Establecimiento de la base-soporte de concreto con tubo o fierro acerado, a la cual se suelda la estructura del modelo de topiario
7. Colocación y fijación con soldadura de la estructura primaria de fierro del modelo elegido a la base-soporte de fierro de mayor diámetro y cemento

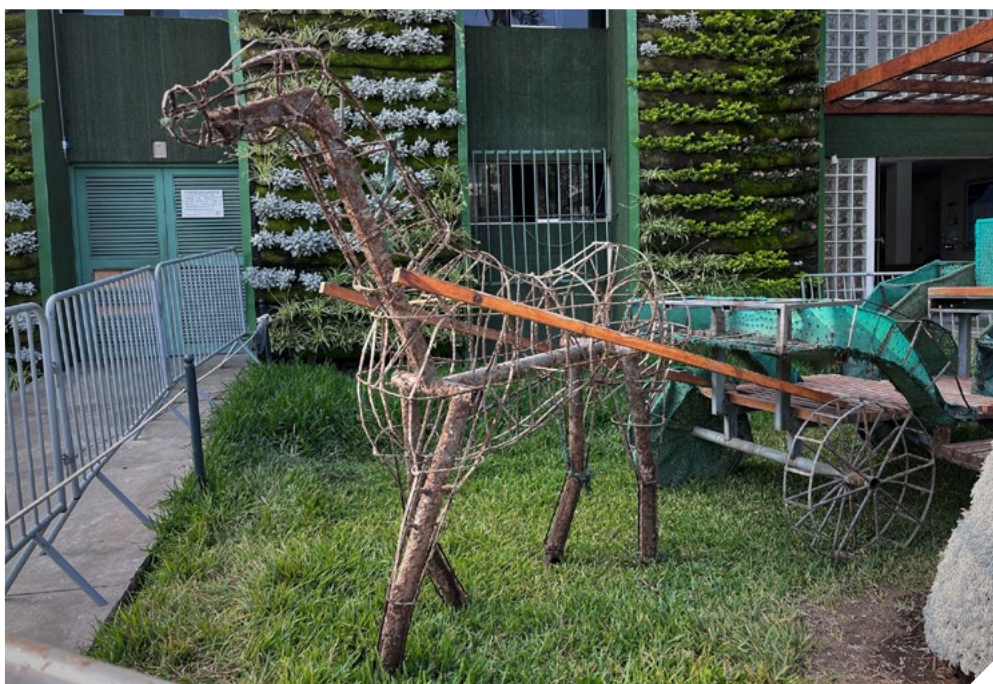


Figura 5. Estructura primaria de fierro, de 2 a 3 pulgadas de diámetro, y estructura secundaria de malla acerada electrosoldada con forma de caballo

8. Colocación de la estructura secundaria de la malla de acero electrosoldada en las superficies internas de la base y lados de la estructura primaria del topiario
9. Colocación y forrado con malla raschel de las superficies internas de la base y lados de la malla electrosoldada de la estructura secundaria
10. Colocación de mangueras para el riego tecnificado
11. Colocación del sustrato preparado con 80 % de musgo intermedio, 10 % de arena de río y 10 % de humus
12. Cubrimiento y cierre del sustrato con malla raschel
13. Marcado de los detalles decorativos del modelo
14. Preparación del material vegetativo de cubresuelos para la superficie del topiario
15. Punzamiento y perforación equidistante y simétrica como coladera de la malla mosquitero o raschel
16. Plantado en los agujeros hechos del material vegetativo cubresuelos recién preparado (ver figura 6)
17. Riego ligero y frecuente de dos veces al día, una vez en la mañana y una vez en la tarde, durante 10 días, para evitar la pudrición por anegamiento



Figura 6. Topiario de mariposa

7. Proceso general de preparación del sustrato de un topiario

Una vez fijada la base de la estructura en el suelo, se siguen los siguientes pasos:

- Se verifica la seguridad de la instalación de la estructura primaria sola o ya soldada con la estructura secundaria, a la base establecida en el suelo.
- Se revisa el forrado con malla raschel de los tabiques divisorios de los pequeños compartimentos donde se rellenará con el sustrato preparado.
- Se verifica la calidad y las proporciones de los materiales a usar para el relleno de la estructura secundaria. Una formulación podría componerse del 50 % de musgo, el 25 % de arena de río y el 25 % de humus.
- También se puede tomar como sustrato principal el musgo, en una dosificación de dos terceras partes (ver figura 7).
- Luego, se rellenan los pequeños compartimentos de la estructura secundaria tratando de cubrir todos los espacios.
- Cuando el topiario es muy grande, se acondiciona con malla raschel una sección u horizonte superficial de unos 10 cm de ancho, la cual se rellena usando el sustrato preparado con arena de río, musgo y humus.



Figura 7. Musgo utilizado para relleno y en proceso de llenado

Las plantas deben seleccionarse de acuerdo con varios requisitos, que van desde colocar plantas cubresuelos que tengan los colores del tema original del topiario hasta plantas de flor de estación, así como la disposición del personal calificado de jardineros y la necesaria instalación de un sistema de riego por nebulización o microaspersión, según requieran la forma y el tema del topiario (ver figura 8). En nuestro medio, se riega por gravedad con una manguera de media a una pulgada, a la que se le adiciona, en la salida del agua, una boquilla de nebulización artesanal o de jardinería de aficionado (ver figura 9).



Figura 8. Proceso de plantado de especies cubresuelos en el topiario de la entrada del jardín botánico del Parque de las Leyendas



Figura 9. Proceso de plantado de especies cubresuelos en el topiario de la entrada del jardín botánico del Parque de las Leyendas

8. Aspectos para el mantenimiento de los topiaros

Luego de la instalación del topiario, se debe seguir un régimen programado de riego de mantenimiento y un seguimiento del desarrollo vigoroso de las plantas (control de maleza, recambio de plantas fuera de estación y poco desarrolladas, cumplimiento de las necesidades hídricas, el empleo de químicos para controlar las plagas y aporte de nutrientes por medio de abonos foliares), para evitar la pérdida de forma o el daño de la estructura (ver figura 10).

El recambio parcial o total del sustrato que se realiza para la renovación de las plantas de cobertura se efectúa cada año y el refuerzo del esqueleto metálico se realiza cada 2 años, previa evaluación. Para ello, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Pérdida de nutrientes en la mezcla que conforma el sustrato
- Recambio por salinización o carbonatación del sustrato debido a la interacción de las sales del agua potable en la estructura metálica con el sustrato
- Recambio ordinario por limpieza de plantas marchitas, secas, por daño de plagas o por acción exterior (acción mecánica ocasionada por público visitante)
- Recambio normal de recalce de plantas cada 6 meses considerando los puntos antes mencionados



Figura 10. Recalce con plantas en topiario de mariposa en el Parque de las Leyendas

- Disponibilidad de *stock* en vivero de materiales y plantas extras para solucionar los problemas de emergencia
- Uso de mallas raschel o mosquiteros de elevada resistencia para el recubrimiento del sustrato colocado en los compartimentos del esqueleto metálico
- Herramientas como aguja de arriero para malla raschel, repicadoras, desmalezadoras, palitas, zapapicos, tijeras y mangueras

La estructura primaria del esqueleto metálico estará conformada por barras de fierro galvanizado o acero, y la estructura secundaria, por fierros delgados de media pulgada o $\frac{1}{8}$, soldadas y separadas en secciones. También pueden construirse topiarios con malla de acero electrosoldada de una pulgada de abertura cada cocada. El tamaño del topiario dependerá del material que se va a utilizar como esqueleto.

- Se debe verificar que el sustrato esté conformado principalmente por musgo, humus y arena de río lavada, constituido en su mayor parte por musgo para retener la humedad y evitar la percolación.
- Las plantas que serán instaladas deben presentar características en común con la figura original seleccionada, como color, tamaño, apariencia, disposición estacionaria, necesidades hídricas, caracteres estacionales, resistencia a la poda constante, así como caracteres secundarios: manejo, mantenimiento, recambio, etc.

- El sistema de riego puede ser por goteo o con manguera y boquilla rociadora o nebulizadora. Si es por goteo, la manguera se colocará en todo su contorno siguiendo los trazos estructurales y de forma.

9. Requisitos para instalar un topiario y condiciones para su buen mantenimiento

9.1. Requisitos estructurales

- En el caso de los topiarios básicos clásicos que utilizan arbustos y árboles, es necesaria la presencia de tutores direccionales que dan forma a la copa, los cuales pueden ser de madera, plástico o acero inoxidable o galvanizado. Estos dan soporte, orientación y mayor durabilidad a la estructura. Su función es momentánea, ya que, al obtener la forma deseada, dejarían de ser útiles y sería conveniente retirarlas.
- En el caso de los topiarios modernos, en los que se utilizan numerosas plantas individuales de flor o plantas cubresuelos, estos requisitos son más complejos. En este caso, se utiliza como base la estructura primaria de tubos galvanizados que se fijan al suelo y la estructura secundaria de fierros de media pulgada y de $\frac{1}{8}$, electrosoldados, que forman un esqueleto metálico. Este puede ser de cobre, acero o fierro galvanizado, que es más usado por su menor costo. Se debe pintar con pintura resistente al óxido sin cromato, antes de la colocación de la red de mangueras de riego por goteo.

9.2. Requisitos de las plantas que se van a utilizar

El requisito principal para la conservación efectiva de un topiario es el constante mantenimiento brindado por los operarios de campo, en lo que se refiere a los siguientes condicionantes de la jardinería topiaria.

Las plantas usadas en topiarios son plantas perennes, cubresuelos, de exteriores, anuales y estacionales, según se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Lista de las especies de plantas usadas para hacer topiarios

Plantas para topiarios	
Nombre común	Nombre científico
Sanguinaria roja	<i>Alternanthera bettzickiana</i>
Sanguinaria verde	<i>Alternanthera tenella</i>
Sanguinaria enana	<i>Althernanthera reineckii</i>
Aptenia	<i>Aptenia cordifolia</i>
Ciso	<i>Cissus antarctica</i>
Coleus amarillo	<i>Coleus duke yellow</i>
Duranta	<i>Duranta repens</i>
Duranta limón	<i>Duranta erecta</i>
Mariposita	<i>Hypoestes sanguinolenta</i>
Balsamina fucsia	<i>Impatiens balsamina</i>
Mollejita	<i>Iresine herbstii</i>
Lentejita	<i>Pilea microphylla</i>
Coleus	<i>Plectranthus scutellarioides</i>
Santolina	<i>Santolina chamaecyparissus</i>
Senecio	<i>Senecio cineraria</i>
Tradescantia, corazón morado	<i>Setcreasea purpurea</i>
Mosquito	<i>Soleirolia soleirolii</i>
Alita de ángel	<i>Syngonium podophyllum</i>
Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>
Zebrina	<i>Zebrina pendula</i>

En el anexo de plantas ornamentales se detallan ejemplos de plantas de la tabla 1.

9.3. Condicionantes de la jardinería topiaria

- Se debe contar con especímenes vegetales de fácil cultivo. En el caso de árboles, de lento crecimiento, plantas de colores vivaces, las herbáceas deben presentar un porte menor a 30 cm en su estado adulto (ver figura 11).
- Debe haber buen sistema de riego, así como una buena percolación.
- Se debe usar plantas perennes o en otro caso estacionarias, pero se debe garantizar la presencia del reemplazo al finalizar su ciclo.
- Se debe considerar la inclusión de árboles, arbustos, epifitas, herbáceas con flor, etc.



Figura 11. Las plantas seleccionadas para adornar los topiarios son aquellas que no presentan un gran porte, es decir, herbáceas y rastreras en su mayoría.

- Se debe verificar que el sistema radicular no esté muy desarrollado en las plantas que se van a instalar en el topiario.
- Se debe preferir hojas perennes y, si se trata de flores, estacionales o anuales de mayor duración y rebrote.
- De preferencia, se debe contar con *stock* de plantas a utilizar como reserva en el vivero, para reponer plantas retiradas por daños ocasionales.
- Se debe tener a disposición plantas para establecimiento en el topiario y para recalce en su mantenimiento.

10. Áreas y ubicaciones sugeridas para la instalación de un topiario

- **Lugares de instalación y establecimiento: espacios públicos**
 - Plaza central o principal de un distrito
 - Áreas verdes abiertas ya existentes
 - Nuevas áreas verdes
- **Ubicación para la instalación y establecimientos específicos: sitios en los que se van a colocar 1 a 2 topiarios**
 - Acceso a playas de estacionamiento
 - Lugares de mayor afluencia de público, como alamedas centrales próximas a las esquinas

MÓDULO

8

Establecimiento de un jardín vertical



MÓDULO

8

Establecimiento de un jardín vertical

Un jardín vertical se establece en áreas verdes, como un parque, una plazuela u otro tipo de edificaciones. Las fachadas vegetales verticales son una técnica innovadora utilizada en edificaciones. Estas destacan por ser amigables con el ambiente porque purifican el aire al filtrar los gases de efecto invernadero, reducen la contaminación acústica de los alrededores, permiten el ahorro de energía al minimizar la necesidad de aire acondicionado o calefacción, y son capaces de regular la temperatura del medio (Navarro, 2013).

La integración de estos sistemas orgánicos ha venido a dominar la arquitectura moderna, y mantiene la promesa de un nuevo tipo de “arquitectura viva”. Esta arquitectura es multidisciplinaria, puesto que combina el talento de arquitectos, paisajistas, ingenieros y horticultores.

1. Definición de jardín vertical

Se llama “pared verde”, generalmente también denominado jardín vertical, a toda forma que presenta vegetación sobre su superficie (Palacios, 2014). De acuerdo con la tecnología utilizada, otra definición es “una estructura especial (externa a una edificación) cubierta de plantas de diversas especies, con el propósito de darle la apariencia de un jardín, pero con orientación vertical” (Llempén, 2016). Se pueden clasificar en dos categorías: fachadas verdes y muros verdes (Palacios, 2014).

- **Fachadas verdes**

Según Aliaga (2016), es un tipo de muro verde en el que se utilizan plantas trepadoras o colgantes para cubrir estructuras de soporte especialmente diseñadas. Las plantas echan raíces en el suelo, en los soportes, en macetas o incluso en el techo, y suele tardar de 3 a 5 años en cubrir por completo la estructura. Estas fachadas verdes se pueden construir sobre muros existentes o como estructuras independientes (vallas o columnas).

Las fachadas usan mayormente dos sistemas: el panel enrejado modular o espaldadera, y el de cable y cuerda de metal (Aliaga, 2016).

- **Muros verdes**

El sistema consta de paneles presembrados, mantas o módulos verticales colocados perpendiculares sobre una superficie o estructura. Están hechos de plástico y soportan una variedad de especies, como una combinación de arbustos perennes, helechos, plantas comestibles y flores (Aliaga, 2016, p. 7).

Así como el anterior, cuenta con diferentes sistemas, entre los cuales están el modular y el fieltro.

2. Objetivos de los jardines verticales

- Mejorar el paisaje urbano
- Ampliar las áreas verdes en espacios públicos como azoteas, paredes, muros y parapetos
- Proporcionar servicios ecosistémicos que permitan climatizar los ambientes adyacentes

3. Beneficios de un jardín vertical

El jardín de forma vertical presenta muchos beneficios económicos, sociales y ecológicos (González, 2018, p. 62).

Purificación del aire

Las plantas que son parte de un jardín vertical filtran el aire y transforman el dióxido de carbono en oxígeno (González, 2018, p. 62). Por ejemplo, 1 m² de fachada vegetal extrae del aire cada año, 2,3 kg de CO₂ y produce 1,7 kg de oxígeno. De esta manera, colabora con la limpieza del aire (González, 2018).

Reducción de la temperatura del ambiente exterior e interior de la pared vertical

Las plantas absorben el 50 % de la luz solar y reflejan el 30 %; lo cual contribuye a generar un clima más fresco y agradable. En ambientes interiores, resulta en un 33 % menos de uso aire acondicionado, lo que significa un ahorro de energía. Además, una fachada vegetal tiene una influencia positiva sobre el efecto de isla de calor en la ciudad, reduciendo un 3 °C en la temperatura (González, 2018).

Reducción del ruido ambiental interior y exterior

Una fachada vegetal cumple la función de barrera de sonido en el edificio: absorbe 41 % más ruido que una fachada tradicional y esto constituye un hábitat mucho más tranquilo, dentro y fuera del edificio (González, 2018, p. 63).

Ambiente saludable

El color verde genera un ambiente interior saludable, al reducir los malestares como irritación de los ojos, dolores de cabeza, dolores de garganta y cansancio. En las oficinas donde hay variada vegetación, se registra una notoria disminución de reportes de enfermedades (González, 2018).

Incremento de la producción

Un entorno de trabajo verde representa un aumento del 15 % en la productividad del trabajo, pues las plantas tienen efecto positivo sobre las personas, lo que se refleja en la satisfacción de los trabajadores (González, 2018, p. 64).

Entorno de curación

En los hospitales, un entorno verde acelera la recuperación de los pacientes, lo que abrevia sus periodos de hospitalización. Por otro lado, la tolerancia de las personas al dolor en estos entornos es mayor (González, 2018).

Aumento de la sensación de bienestar

Vivir y laborar en un entorno verde tiene un efecto positivo en el bienestar de las personas. El color verde brinda una sensación de relajación y disminuye los niveles de estrés (Beneficios de un jardín vertical, s. f.).

Crea una barrera resistente al fuego

Por naturaleza, las plantas ofrecen una gran cantidad de humedad. Un muro vegetal es una capa natural resistente al fuego, tanto en una casa como en un edificio de oficinas (Beneficios de un jardín vertical, s. f.).

Aumento del valor de la propiedad

Un entorno natural y sostenible junto con una disminución en los costos de energía resulta en un aumento del valor de la propiedad (Beneficios de un jardín vertical, s. f.).

4. Servicios ecológicos y ambientales

4.1. De soporte

- Permite la conectividad con los ecosistemas naturales
- Incrementa el área verde urbana
- Crea corredores ecológicos
- Contribuye al aprovechamiento de residuos orgánicos

4.2. Cultural

- Fomenta la agroecología

4.3. De regulación

- Refresca el entorno
- Purifica el aire
- Retiene el polvo atmosférico
- Reduce el efecto isla de calor urbano
- Contribuye al mantenimiento de la biodiversidad

5. Tipos de sistemas de muros verdes o jardines verticales

5.1. Sistema modular

En el sistema modular, el medio de cultivo que soporta el material vegetal está contenido en una placa cuadrada o rectangular. Este medio puede satisfacer la mayoría de las necesidades de nutrientes de las plantas, las que fueron seleccionadas de acuerdo con los objetivos del diseño (Palacios, 2014).

Según Palacios (2014), el sistema de riego está ubicado en diferentes lugares a lo largo del muro y utiliza la gravedad para transportar el recurso hídrico a través de un medio de cultivo. El sistema modular está preinstalado para proporcionar un rendimiento instantáneo después de la instalación.

5.2. Sistema de fieltro

Consiste en dos capas de fibras sintéticas con bolsillos que brindan soporte físico a las plantas y los medios de crecimiento. Debido al alto contenido de humedad de las plantas, las capas deben colocarse en un marco y un tablero impermeable en la pared del edificio (Palacios, 2014).

6. Componentes de un jardín vertical

“Todo sistema de jardines verticales está compuesto por tres tipos de componentes, independientemente de la tecnología empleada” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, p. 14).

6.1. Componentes activos

Son los que están expuestos a un cambio físico-químico continuo para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema y le dan soporte a este, como la cobertura vegetal y el medio de crecimiento (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014).

a. Sustratos

Es un medio de crecimiento sólido que proporciona protección, nutrición y soporte a la planta y al desarrollo de la raíz, pues permite el abastecimiento de agua, el aporte de nutrientes y la difusión de oxígeno.

Se debe establecer formulaciones del sustrato que tengan alto contenido orgánico, pH adecuado, niveles nutricionales, peso, porosidad y capacidad de retención de agua (Palacios, 2014).

Como el jardín vertical es colgado, el medio de crecimiento debe ser ligero y presentar una buena porosidad (Palacios, 2014).

Además, el clima y la orientación geográfica tienen influencia sobre la selección de las plantas y sus sustratos (Palacios, 2014).

Características de un buen sustrato ligero para un jardín vertical

- Bajo peso

El sustrato seleccionado debe ser el más ligero posible, pues se deben considerar las cargas o pesos que deben soportar las mantas, las mesas de cultivo, las paredes y los techos.

- Adecuado drenaje

El sustrato no debe ser regado en exceso, ya que esto puede provocar una pérdida de nutrientes por lavado e infecciones fungosas.

- Nutrientes disponibles

Debe ser rico en materia orgánica, ya que así se puede asegurar el aporte de los nutrientes indispensables para el desarrollo de la planta.

- Buena estructura

Fundamental para que, con el correr del tiempo, no se compacte e impida el pasaje del agua y que esta se acumule en exceso.

Componentes de un medio de crecimiento

La materia orgánica y los agregados inorgánicos pueden mezclarse en diferentes proporciones para producir un sustrato que cumpla con los objetivos del programa de preparación de los medios de crecimiento. Por lo tanto, es esencial prestar atención a las propiedades físicas y químicas de los materiales seleccionados.

También deben ser considerados los aspectos prácticos y económicos. Los criterios para evaluar y seleccionar los ingredientes dirigidos a la preparación de un medio de crecimiento estandarizado están indicados en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de selección para la preparación de un medio de crecimiento

Económicos	Químicos	Físicos
Costo	CIC	Aireación
Disponibilidad	Niveles nutricionales	Retención de humedad
Reproducibilidad	pH	Tamaño de partícula
Facilidad de mezcla	Esterilidad	Densidad
Apariencia	Salinidad	Uniformidad

Materias orgánicas

Los medios de crecimiento para un cultivo en contenedores pueden ser modificados con grandes cantidades de materia orgánica, a fin de que mejore su drenaje y aireación. Los niveles de esta materia deben oscilar entre el 20 % y el 50 % del volumen, y a casi el 100 % en el caso de azaleas, balsaminas y violetas africanas. En contraste, los suelos de campo son considerados altamente productivos; usualmente, contienen del 2 % al 5 % de materia orgánica. Se utilizan diferentes materiales como componentes orgánicos en los medios de crecimiento. Estos materiales incluyen turba, residuos de madera, corteza, fibra de coco, paja de trigo, cáscara de café, cáscara de arroz, abono orgánico, compost, estiércol y humus de lombriz.

Agregados inorgánicos

Existen diversos materiales inorgánicos que se utilizan en la preparación de medios de crecimiento. Entre ellos tenemos arena, perlita, vermiculita, arcillas expandidas, piedra pómez y escorias. Estos elementos son incorporados para aumentar el número de macroporos, disminuir la capacidad de retención de humedad y mejorar el drenaje y la aireación. Los agregados inorgánicos son esenciales como componentes de los sustratos para cultivo en envase.

Propiedades físicas y químicas del medio de crecimiento

- En muros vivos, densidad aparente inferior a 0,90 g/cm³
- Alta porosidad (70 %-85 %)
- Distribución uniforme del aire (oxígeno) y el agua
- pH entre 5,5 y 6,5
- Químicamente inerte
- Capacidad de mantener sus características originales durante el cultivo

- Ausencia de patógenos y plagas
- Disponibilidad y uniformidad, a fin de permitir el uso de una fertilización constante y programas de riego para cada cultivo

b. Plantas o cobertura vegetal

Para elegir plantas para jardines verticales se deben considerar varios criterios: diseño, costo, ubicación, condiciones ambientales, tipo de exposición, altura, viento, luz, fluctuaciones de sombra y temperatura, peso, técnica de riego y sustrato. Los profesionales encargados de decidir los tipos de plantas a utilizar deben tener un amplio conocimiento de la fertilización, el riego, el ciclo de cambio, el periodo de renovación y los requisitos de resistencia (Palacios, 2014).

Generalmente, las plantas más adecuadas para crecer en jardines verticales al aire libre son las perennes, porque crecen lentamente, tienen raíces poco profundas (constituyen el fondo principal del jardín vertical) y pueden asociarse con pequeños macizos de plantas estacionales. Además, estas plantas toleran altas y bajas temperaturas, la radiación solar, el viento, la sequía y la resistencia a plagas y enfermedades (Palacios, 2014).

Es importante mencionar que se espera un tiempo largo de vida para las plantas y una baja demanda de nutrientes y mantenimiento, así como resistencia a temporadas de alta intensidad solar y sequía, puesto que son los factores que diezman a la mayoría de especies perennes y anuales (Palacios, 2014).

Plantas usadas en jardines verticales

- Plantas perennes
- Cubresuelos
- Aromáticas
- Arbustos pequeños
- Enredaderas
- Plantas colgantes
- Plantas de interiores
- Plantas de exteriores
- Plantas anuales
- Plantas estacionales

En la tabla 2 se muestran algunos ejemplos de plantas que pueden ser utilizadas en jardines verticales.

Tabla 2. Relación de plantas usadas en jardines verticales para exteriores

Plantas para jardines verticales exteriores	
Nombre común	Nombre científico
Salvia morada	<i>Salvia leucantha</i>
Salvia roja	<i>Salvia splendens</i>
Santolina	<i>Santolina chamaecyparissus</i>
Áster alpino	<i>Aster alpinus</i>
Cinta de novia	<i>Chlorophytum comosum</i>
Ciso	<i>Cissus antarctica</i>
Gerbera	<i>Gerbera jamesonii</i>
Margarita morada	<i>Glandularia pulchella</i>
Verónica	<i>Hebe</i>
Siempreviva	<i>Helichrysum petiolare</i>
Flor amarilla	<i>Hemerocallis fulva</i>
Balsamina	<i>Impatiens balsamina</i>
Mollejita	<i>Iresine herbstii</i>
Lantana	<i>Lantana camara</i>
Margarita africana	<i>Osteospermum ecklonis</i>
Geranio	<i>Pelargonium hortorum</i>
Ichu verde	<i>Pennisetum alopecuroides</i>
Ichu morado	<i>Pennisetum setaceum rubrum</i>
Portulaca	<i>Portulaca grandiflora</i>
Salvia azul	<i>Salvia farinacea</i>
Sanguinaria roja	<i>Alternanthera bettzickiana</i>
Sanguinaria verde	<i>Alternanthera tenella</i>
Rhoeo	<i>Rhoeo discolor</i>
Marigold	<i>Tagetes erecta</i>

Fuente: Área de Capacitación del Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales (UNALM)

Tabla 3. Relación de plantas usadas en jardines verticales para interiores

Plantas para jardines verticales interiores	
Nombre común	Nombre científico
Boa	<i>Epipremnum aureum</i>
Fittonia	<i>Fittonia verschoffeltii</i>
Hiedra común	<i>Hedera helix</i>
Liriope	<i>Liriope muscari</i>
Balsamina	<i>Momordica charantia</i>
Helecho enano	<i>Nephrolepis exaltata</i>
Llama plata	<i>Pilea glauca</i>
Llama dólar	<i>Plectranthus australis</i>
Mosquito	<i>Soleirolia soleirolii</i>
Blanca flor	<i>Spathiphyllum floribundum</i>
Alita de ángel	<i>Syngonium podophyllum</i>

Fuente: Área de Capacitación del Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales (UNALM)

6.2. Componentes estables

Son elementos fabricados para cumplir funciones específicas en el sistema: capas de impermeabilización, barreras antirraíces, barreras filtrantes, medios de drenaje, elementos del sistema de irrigación, etc., que compartimentan los espacios de protección de la pared de aislamiento del jardín vertical y de establecimiento de la cobertura vegetal. Su durabilidad depende de la capacidad para resistir con éxito las condiciones ambientales, la humedad y los microorganismos, hongos y otros agentes orgánicos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014). La resistencia de los elementos estructurales del jardín vertical se selecciona de acuerdo con la carga del sustrato y las plantas que se va a establecer.

Estos elementos se listan a continuación:

- Pared de concreto
- Estructura de fierro
- Geomembrana de PVC
- Geotextil doble costurado
- Riego por goteo
- Sustratos
- Cubierta vegetal

- Tapa junta o platina
- Drenantes y sumideros

6.3. Elementos auxiliares

“Son elementos inertes estables que cumplen funciones específicas para adaptar correctamente una sección típica de sistema de jardín vertical a la estructura de un inmueble” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, p. 9), como los siguientes:

- Separación
- Confinamiento
- Protección
- Evacuación de agua
- Tránsito
- Iluminación

7. Planeación de un jardín vertical

En esta etapa se desarrollan los estudios y diseños que son imprescindibles para elegir el tipo apropiado de sistema de jardín vertical que se implementará, de modo que se garantice el cumplimiento de los requerimientos mínimos. Para ello, es necesario recibir información de diferentes disciplinas que validen las decisiones técnicas y garanticen su correcto funcionamiento bajo condiciones ambientales específicas y las características del edificio o la obra de infraestructura que se pretenda intervenir (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014, p. 13), tales como:

- Diseño arquitectónico
- Diseño estructural
- Diseño del sistema de riego y fertirrigación
- Selección de especies vegetales

8. Instalación de un jardín vertical

De acuerdo con la Alcaldía Mayor de Bogotá (2014), para instalar un jardín vertical se siguen estos pasos:

1. Impermeabilización y barreras antirraíz
2. Colocación de elementos auxiliares y protección de desagües
3. Colocación de medios de drenaje
4. Instalación de barreras filtrantes
5. Instalación de medios de crecimiento
6. Instalación de sistema de riego automatizado
7. Colocación de cobertura vegetal (ver figura 1)

Las fases de instalación de jardines verticales se describen a continuación:



Figura 1. Jardín vertical en el parque La Muralla

a. Impermeabilización y barreras antirraíz

- Se aplica un trabajo previo de impermeabilización con Sika o Chema Bitumen, en todo el muro de concreto que servirá como soporte para el jardín vertical.
- Luego, se establece una estructura de soporte o bastidor que evitará el contacto con el agua de riego, y un tratamiento anticorrosivo para evitar que pase la humedad (ver figura 2).
- Se instalan dos capas: la primera de geotextil, la cual se fijará con platinas o tapajuntas, para que cumpla la función de acolchamiento entre el soporte de metal; la segunda, de geomembrana de PVC, que se soldará por termofusión.
- En la parte superior, se debe rebajar por corte la geomembrana para tapar con termosellado. Esta fase de impermeabilización concluye con el colocado de armellas de anclaje de cableado que tienen la finalidad de fijar una tercera capa de malla raschel e instalar el sistema de riego tecnificado por goteo.
- Finalmente, se colocarán los bolsillos desmontables de geotextil que albergarán el sustrato y las plantas.



Figura 2. Proceso de instalación de un jardín vertical

b. Colocación de elementos auxiliares y protección de desagües

Los elementos auxiliares sobre los que descansa la estructura metálica son las capas de geotextil, la geomembrana de PVC, la malla raschel y los bolsillos de malla geotextil.

c. Colocación de medios de drenaje

La fila de bolsillos de capa textil mantendrá la humedad necesaria para el sustrato. El excedente de agua drenará por la malla raschel a la siguiente fila de bolsillos, y así sucesivamente hasta los drenantes y sumideros que se colocarán en la parte inferior del montaje con fines de evacuación (ver figura 3).

d. Instalación de barreras filtrantes

Estas barreras permiten el paso del agua, pero restringen el paso de partículas finas; como consecuencia, la pérdida de sustrato disminuye, pero la concentración de sales aumenta. Esto implica que igualmente se tenga que llevar a cabo labores de mantenimiento para el sustrato.

e. Instalación de medios de crecimiento

La capa de malla raschel consta de dos capas: para el armado del bolsillo y para colocar el contenedor de geotextil, que tiene como fin captar y almacenar el agua para la planta ornamental, y mantiene por más tiempo la humedad del sustrato.



Figura 3. Bolsillo de malla geotextil

f. Instalación de sistema de riego automatizado

- El sistema de riego tecnificado comprende la caja de la cisterna de riego tecnificado y de fertirrigación, y la caja de electrificación y de la bomba de agua. Las mangueras con boquillas para el riego van instaladas en la malla raschel fijada al cableado de soporte al muro.
- Se instalará la fila de manguera para que sea usada cada 1,5 m de altura y eso variará según las características de las boquillas. El riego se hace a través de una red de tuberías, con boquillas de goteo alimentadas por una bomba de agua y nutrientes, y que van fijadas sobre la malla raschel. El agua, enriquecida con nutrientes, es impulsada por la bomba de agua desde la parte superior de la estructura, en un proceso instantáneo (Estévez, 2012). El agua que se escurre por el muro es recogida en la canaleta de la parte inferior del jardín vertical y retorna al sistema para volver a ser utilizada.

g. Colocación de cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede variar si se trata de jardines interiores o exteriores, según lo mencionado anteriormente en las tablas 2 y 3, donde se muestra una relación de plantas que se recomiendan por cada tipo de ambiente (ver figura 4).

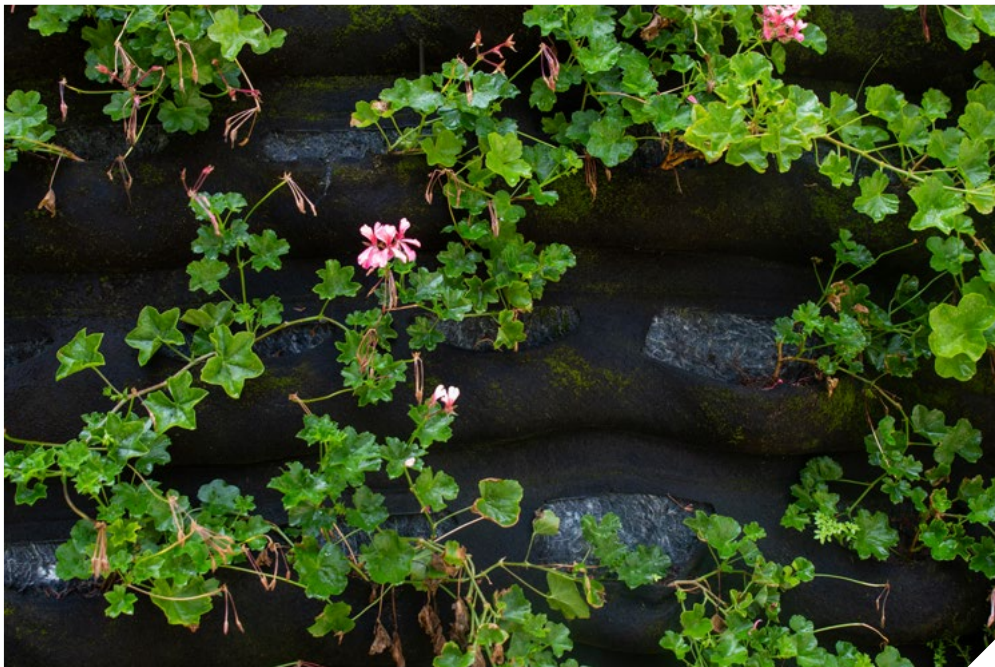


Figura 4. Cobertura vegetal

9. Recomendaciones para el mantenimiento de un jardín vertical

El factor mantenimiento es importante en el diseño de una pared verde, ya que puede afectar la selección del tipo de sistema y las plantas por instalar.

Los problemas de mantenimiento se deben discutir desde las primeras fases de diseño, para garantizar su adecuado tratamiento. Se deben considerar en el proyecto las propiedades del suelo, el sistema de riego, las necesidades nutricionales y el mantenimiento a largo plazo.

El sol es un factor importante que se debe considerar. Por ello, se debe evaluar el tiempo de exposición de cada parte de la pared a cubrir en cada estación. Se efectúa el mantenimiento en las épocas de otoño e invierno, el cual se manifiesta por la caída o amurallamiento de hojas. Otras labores de mantenimiento en un jardín vertical son las siguientes:

- **Poda de follaje**
Es recomendable de 1-3 meses, según del crecimiento de la especie de planta.
- **Poda de raíces**
Se aplica a especies con raíces fuertes y de rápido crecimiento, y consiste en podar su exceso. Debe realizarse por lo menos una vez al año, dependiendo de la especie.
- **Fertilización**
Se tiene que reponer los nutrientes que la planta absorbe para su crecimiento, aplicados tanto al sustrato como a las hojas. Deben ser administrados de acuerdo con el tipo de planta y sus requerimientos (crecimiento de follaje, floración, etc.).
- **Reposición de plantas**
En un jardín vertical, es necesario el reemplazo con nuevas plantas por aquellas que hayan muerto o estén fuertemente afectadas.
- **Adicionar sustrato**
Es necesario el cambio o añadidura del sustrato de las plantas una vez al año como mínimo, con el fin de renovar los nutrientes.
- **Sistema de soporte**
El sistema de soporte puede requerir una comprobación periódica para asegurar que los elementos estén en su lugar mientras las plantas crecen.
- **Estética y frondosidad**
El grado de mantenimiento también puede corresponder con las expectativas del cliente sobre las cualidades estéticas que desea y el nivel de frondosidad a mantener (Vintinilla, 2013; citado en García y Romero, 2016).

MÓDULO

9

Prevención y manejo integrado de plagas en las plantas ornamentales de las áreas verdes urbanas de Lima



MÓDULO

9

Prevención y manejo integrado de plagas en las plantas ornamentales de las áreas verdes urbanas de Lima

Se considera plaga a todo organismo vivo que hace un daño importante o económico a un cultivo. Las principales plagas en las plantas ornamentales son los insectos, ácaros y patógenos como los hongos. En menor proporción se tiene problemas con bacterias, virus, nematodos o fitoplasma.

Las plagas causan frecuentemente “epidemias” (llamadas epifitias en el caso de las enfermedades) y “brotos” en el caso de insectos y ácaros. Para que se produzcan estas epidemias o brotes, los cuales son incrementos en las poblaciones de las plagas y por ende más daños en las plantas, se deben dar ciertas condiciones favorables para las plagas y desfavorables para las plantas. Estos factores son el **medio ambiente**, la **plaga**, el **hospedante** (planta) y el **hombre**, como factor importante en el manejo de las plantas (ver figura 1). Esta interacción de los factores mencionados se grafica en el famoso “tetraedro de la enfermedad/brote”, cuyas aristas corresponden a cada uno de los factores mencionados.

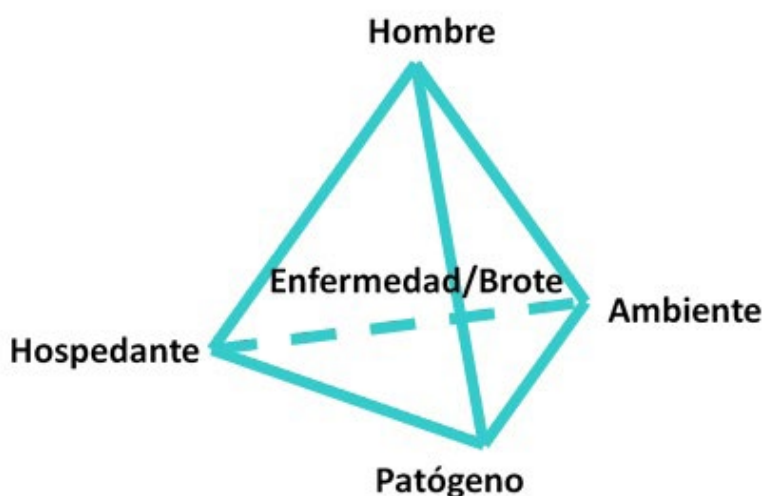


Figura 1. Tetraedro de la enfermedad/brote

En cuanto al hospedante, este puede ser susceptible o tolerante/resistente a las plagas. A su vez, la plaga puede tener diferentes grados de agresividad o daño (es decir, causar por sus propios medios enfermedad o daños a las plantas en diversos niveles). El hombre puede realizar un buen o mal manejo cultural de las plantas, predisponiendo o no a estas a las plagas, y el medio ambiente puede jugar un rol preponderante en la aparición o no de estas epidemias o brotes, al favorecer a la plaga o al hospedante.

El control fitosanitario es una parte de las actividades de manejo de las ornamentales que se desarrollan en las áreas verdes de Lima Metropolitana. El control fitosanitario implica llevar a cabo el **manejo integrado de plagas (MIP)**. Al tratarse de áreas verdes, se prioriza el uso del manejo cultural y biológico. La alternativa química es la de menor uso, generalmente reservada para casos especiales.

Es importante señalar que, para el desarrollo de la actividad de control fitosanitario de las áreas verdes, es necesario planificar y elaborar con anticipación el “plan de manejo o control fitosanitario”, que defina las estrategias, las acciones, la logística y el tiempo necesario para llevar a cabo estas acciones durante el año. Este plan de manejo debe contener una programación semanal de las acciones a llevarse a cabo (podas, riesgos, abonamiento, aplicaciones de controladores biológicos o químicos, eliminación de malezas, etc.), todo un conjunto de actividades implicadas en el manejo cultural, biológico y químico. Asimismo, es necesario establecer un canal de diálogo permanente con los vecinos, a través de las juntas vecinales, para comunicar periódicamente el desarrollo de las actividades de manejo fitosanitario. Debe tomarse en cuenta que el vecino debe ser parte de estas actividades, como un agente que pueda comunicar posibles ataques de plagas o daños o síntomas causados por plagas, lo cual es una ayuda importante en la “detección oportuna y en la toma de medidas preventivas.

El control fitosanitario en las áreas verdes de uso público está en función de la evaluación previa de los niveles de poblaciones de plagas, tipo de plaga (insectos, hongos, bacterias, virus, nematodos, etc.), estadio de la plaga, órganos afectados de la planta (raíz, tallo, hojas, flores, frutos), velocidad del viento, tipo de producto y dosis a utilizar.

El manejo integrado de plagas (MIP) consiste en la integración de diversos métodos de manejo de plagas, con el objetivo de prevenir y minimizar los daños que puedan ocasionar. Por otro lado, este enfoque no está diseñado para eliminar las plagas, porque es difícil o imposible de lograrlo, e implica el uso mínimo de productos químicos que generan impactos negativos al ambiente. La finalidad del MIP es mantener a las poblaciones de plagas a un nivel aceptable, que permitan obtener beneficios en los cultivos y no generen impactos negativos a la salud de las personas, animales, plantas y el ambiente en general.

Consideramos plagas de las plantas ornamentales de las áreas verdes a todo organismo vivo que cause daños y pérdidas en la producción o el mantenimiento de estas plantas (reduce su valor estético y de servicios ecosistémicos, e incrementa sus costos de producción o mantenimiento). Entre los principales grupos de plagas tenemos a los artrópodos (insectos y ácaros) y patógenos (hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y nematodos), y, en menor grado, los animales mayores como las aves, roedores u otros mamíferos.

1. Componentes importantes en un programa de manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas se basa en el conocimiento del agroecosistema (áreas verdes de la ciudad), que se compone de las interrelaciones que ocurren entre plantas, plagas, enemigos naturales y ambiente (Ripa *et al.*, 2008).

Los componentes más importantes de un programa de manejo integrado de plagas son los siguientes:

- Identificación taxonómica de las plagas
- Prospección y monitoreo de plagas
- Nivel de daño económico
- Toma de decisiones

1.1. Identificación taxonómica de las plagas

El primer paso para establecer un programa o plan de manejo integrado de plagas de las ornamentales es realizar la identificación taxonómica de todas aquellas que se presenten en las áreas verdes, mediante la “prospección fitosanitaria” de las diversas zonas (parques, jardines, bermas, plazas, etc.), al identificar daños y síntomas y coleccionar especímenes (insectos o ácaros), plantas o partes de estas con síntomas o signos de enfermedades para su diagnóstico o análisis taxonómico en laboratorio.

1.2. Prospección y monitoreo de plagas

Las plantas deben mantenerse en continua vigilancia, mediante las acciones de prospección y monitoreo fitosanitario. La **prospección** es un procedimiento que se debe realizar para determinar las características de las especies de plagas que están presentes en un área, a lo largo de un “periodo definido” de tiempo. Consiste en realizar recorridos en las diversas áreas verdes de la ciudad para que, mediante la observación visual, se detecten daños causados por insectos o ácaros, y síntomas y signos causados por patógenos (enfermedades). Esta acción incluye también la toma de muestras (**muestreo**) para la identificación taxonómica de las plagas en laboratorio. Una vez conocidas las plagas y sus daños en las áreas verdes, se debe implementar el **monitoreo** de estas plagas, una actividad que debe ser “permanente” para detectar las plagas, su distribución y daños causados. Ambas actividades deben también incluir la detección y efecto sobre las plagas, de los enemigos naturales presentes en las áreas verdes.

El muestreo es la acción o procedimiento que consiste en realizar la colecta o toma de especímenes (insectos o ácaros) o plantas o sus partes con síntomas o signos de enfermedades, embalarlos y remitirlos al laboratorio para su identificación o diagnóstico taxonómico.

1.3. Nivel de daño económico

El concepto de nivel de daño económico se refiere a conocer la densidad poblacional de la plaga que comienza a causar daño de importancia económica y que, por lo tanto, justifica el costo de las medidas de control. Sin embargo, las acciones de manejo se toman, por lo general, en densidades inferiores a esta, con el fin de impedir que el crecimiento poblacional de la plaga alcance el nivel de daño económico, lo que se denomina “umbral económico” (Ripa *et al.*, 2008).

1.4. Toma de decisiones

La toma de decisiones es un proceso que consiste en seleccionar una o más soluciones idóneas para un determinado problema fitosanitario, para lo cual es necesario incorporar la identificación y análisis del problema y su entorno, la evolución de la plaga, la evaluación de las alternativas de control disponibles y, finalmente, la selección y aplicación de una o más de ellas (Ripa *et al.*, 2008).

1.5. Acciones de manejo o control

No es posible controlar las plagas utilizando un solo método. Por lo general, el uso de plaguicidas debe ser la última opción para considerar, antes de establecer las prácticas adecuadas de control. Como se mencionó anteriormente, es imprescindible identificar las plagas y conocer su comportamiento, ciclo biológico y ecología, así como las especies ornamentales que se cultivan.

En un programa de MIP se combinan dos o más métodos de control, con la finalidad de reducir al mínimo las poblaciones de plagas y, por ende, los daños que causan a las ornamentales. Las diferentes estrategias, acciones o métodos que se utilizan para el MIP pueden agruparse de manera simple como sigue:

- a. Control cultural
- b. Control biológico
- c. Control químico

A continuación, se describe cada uno de estos métodos mencionados.

a. Control cultural

Son todas aquellas acciones que se realizan rutinariamente y son básicas para la producción y el cultivo de las plantas de ornato en las ciudades, incluyendo los viveros en donde se producen las plantas. Entre estas actividades tenemos:

- Fertilización
- Riego
- Podas
- Manejo de malezas
- Lavados
- Implementación de tinglados, invernaderos o cubiertas físicas
- Esterilización o manejo de suelos
- Uso de material de propagación libre de plagas
- Uso de trampas y atrayentes para captura de insectos (control etológico)
- Uso de material vegetal resistente o tolerante a ciertas plagas
- Otros

Cabe mencionar que todas estas actividades de manejo cultural inciden directamente en el buen desarrollo y crecimiento de las plantas ornamentales, por lo que esto contribuye al incremento de los mecanismos de resistencia natural que tienen las plantas hacia sus plagas.

De las actividades de manejo cultural mencionadas, es importante describir manejo o control etológico, el cual utiliza las reacciones de comportamiento de los insectos ante los estímulos químicos, físicos y mecánicos. El control etológico incluye el uso de feromonas, atrayentes (color, olor o luz), repelentes y varias otras sustancias. Estos insumos se colocan generalmente en trampas de diversas formas y tamaños; por ejemplo, las de tipo Delta para uso de feromonas o garrafas o tinas para los atrayentes de olor o alimenticios (melaza, cerveza, macerados de frutas, etc.), algunas veces adaptadas a las necesidades. También es muy común el uso de trampas pegantes de colores, las cuales están hechas de plástico, generalmente amarillo, azul o verde (ver figuras 2 y 3), dependiendo de las plagas que preferentemente queremos controlar. Por ejemplo, las trampas amarillas atraen generalmente moscas blancas, pulgones alados, moscas minadoras, etc., mientras que las trampas azules pueden atraer mayor cantidad de trips. Estas vienen ya preparadas con pegamento o se pueden preparar, untándose con aceite vegetal, melaza, pegamento entomológico, u otros. Las trampas deben colocarse en los lugares donde más circulan los insectos, con la finalidad de que sean atraídos por el olor, el color o la luz, y caigan en las trampas.



Figura 2. Trampa pegante amarilla



Figura 3. Trampa pegante verde

Estas actividades forman parte de diversas estrategias que nos ayudan a evitar o prevenir las plagas de las ornamentales o manejarlas, si estas ya están presentes. Entre estas tenemos:

- **Exclusión**

Consiste en evitar la introducción y posterior presencia de plagas en áreas verdes o zonas destinadas al cultivo de plantas ornamentales, incluidos los viveros. Algunas prácticas de exclusión pueden ser:

- Utilizar sustrato libre de plagas para realizar la siembra de plantas en bolsas, fundas, camas almacigueras u otros.
- Verificar el estado fitosanitario y de desarrollo de las plantas previo a su introducción en las áreas verdes, con la finalidad de evitar ingresar plagas a estas áreas, por lo que debe separarse aquellas que presenten daños ocasionados por plagas o poco desarrollo.
- Realizar la desinfestación de herramientas y equipos de trabajo, vestimenta y vehículos (llantas), u otros, que puedan trasladar o llevar partículas sobre todo de suelo infestadas con patógenos o insectos plaga de las ornamentales. Para esto, se hace uso de la aspersión o aplicación de hipoclorito al 10 %, alcohol al 70 %, amonio cuaternario u otro desinfectante para la agricultura.

- **Saneamiento**

El método de saneamiento comprende técnicas cuyo fin es mantener las áreas verdes y su entorno en óptimas condiciones de higiene. Entre las técnicas de saneamiento más comunes se encuentran:

- El retiro de órganos de la planta como hojas, ramas, frutos, etc., o plantas que presenten daños causados por plagas (podas).
- La erradicación de refugios para las plagas, como montículos de malezas, rastrojos, piedras, troncos, etc.

- **Buenas prácticas de cultivo**

Son técnicas destinadas a mantener las áreas verdes en buen estado, como la planificación de lugares de siembra, elección de las especies de plantas que mejor se adapten a las condiciones del terreno, el clima, el manejo y la resistencia a ciertas plagas (O’Farrill-Nieves y Medina Gaud, 2007).

Las buenas prácticas incluyen actividades tan importantes como la fertilización y los riesgos. En el caso de que dichas prácticas no se realicen de manera adecuada, se estaría sometiendo a las plantas a condiciones de estrés, y aumentando su susceptibilidad o vulnerabilidad a las plagas.

b. Control biológico

El control biológico consiste en la reducción del número de plagas de las plantas por la acción de los enemigos naturales (predadores, parasitoides, entomopatógenos y antagonistas) a un nivel tal que no ocasione pérdidas económicas (Flint y van den Bosch, 1981). El control biológico es un método más económico, efectivo y que no interfiere con otros elementos del ecosistema, aunque este es muy sensible a la acción de productos químicos tradicionales (Stehr, 1990). El control biológico está libre de los efectos secundarios indeseables asociados a los plaguicidas de amplio espectro y es uno de los métodos de mejor relación entre costo y efectividad.

Los controladores biológicos que forman parte del control biológico se agrupan de la siguiente forma:

- Predadores
- Parasitoides
- Antagonistas
- Entomopatógenos

A continuación, se describen cada uno de estos.

- **Predador.** Son insectos benéficos que se alimentan de insectos plaga, como los que causan daños a las áreas verdes. Los predadores atacan y se alimentan de sus presas desde los estadios juveniles. Los principales insectos depredadores se encuentran entre los coleópteros, neurópteros e himenópteros.

Los depredadores más comunes en las áreas verdes de Lima son los siguientes:

Las crisopas (neurópteros), que en estado larval se alimentan de arañas rojas, trips, moscas blancas, queresas, pulgones, huevos de polilla, es decir, en general, de insectos de tamaño pequeño (ver figuras 4 y 5).



Figura 4. Larva de crisopa alimentándose de cochinilla

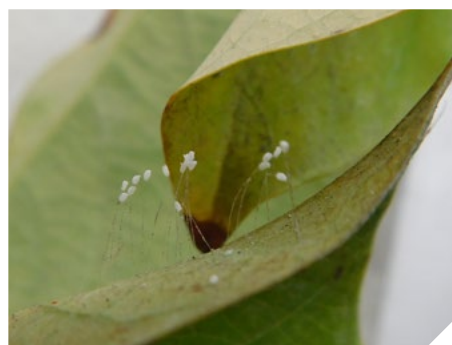


Figura 5. Huevos de crisopa. Nóten los filamentos sobre los que los coloca la hembra

Los coccinélidos (coleópteros), conocidos comúnmente como “mariquitas”, por lo general tienen colores en tonalidades rojas, naranjas y marrones, con o sin puntos negros, y antenas cortas. Son insectos predadores tanto en su estado larval o juvenil como en el estado adulto.

Las mariquitas se alimentan y de esta manera controlan pulgones, moscas blancas, ácaros, queresas, cochinillas algodonosas, huevos de polillas y diversos insectos de pequeño tamaño (ver figuras 6-10).



Figuras 6. Adulto de *Harmonia* sp. sobre ciprés infestado de pulgones



Figuras 7. Adulto de *Harmonia* sp. en cucurbita infestada de pulgones



Figura 8. Pupas de mariquitas en ciprés infestado de pulgones



Figura 9. Adultos de *Syllobora* sp., apareándose



Figura 10. Huevos y larvas de mariquitas en hoja infestada de pulgones en cucarda

Los sírfidos son moscas de tamaño pequeño a grande. Son de diversos colores y se caracterizan por su capacidad de volar permaneciendo quietos en un determinado lugar por varios segundos. Los sírfidos también controlan insectos pequeños como pulgones, cochinillas harinosas y queresas escamosas.

Las avispas (ver figura 11) de distintos géneros son también predadoras de diversos tipos de plagas, desde larvas de lepidópteros, hasta pequeños hemípteros. Capturan a sus presas y las llevan a sus nidos para alimentar a sus larvas.



Figura 11. Adulto de avispa al acecho en hoja de campanilla infestada de larvas de lepidóptero

- **Parasitoides**

Los parasitoides son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan. Durante su estado adulto son de vida libre, y solamente se alimentan de agua o néctar (Ríos-Casanova, 2011).

Los parasitoides más importantes se encuentran en las órdenes Hymenoptera y Diptera. En Lima atacan a una gran variedad de plagas de las ornamentales. A continuación, se describen las familias de parasitoides más importantes y las plagas que controlan.

Tabla 1. Principales familias de parasitoides y plagas que parasitan

Orden	Familia	Plagas a las que parasita (hospedantes)
Hymenoptera	Aphelinidae	Cochinillas, pulgones, moscas blancas, psílidos, chinches y moscas
	Braconidae	Larvas de escarabajos, moscas, mariposas, pulgones, chinches
	Chalcididae	Larvas y pupas de mariposas, moscas
	Encyrtidae	Cochinillas, huevos o larvas de escarabajos, moscas, mariposas, crisopas, avispas, huevos de langostas y chinches
	Eulophidae	Huevos, larvas, pupas y adultos de 10 órdenes de insectos, incluyendo acuáticos
	Figitidae	Larvas de moscas, crisopas y avispas
	Ichneumonidae	Larvas de escarabajos, mariposas y avispas
	Mymaridae	Huevos de cicadélidos, langostas, grillos, escarabajos, chinches, pulgones y moscas
	Perilampidae	Pupas de avispas, escarabajos y crisopas
	Pteromalidae	Larvas de escarabajos, pulgones, cigarritas, chicharras y moscas
	Scelionidae	Huevos de 10 órdenes de insectos
	Torymidae	Más de 8 órdenes de insectos
	Trichogrammatidae	Huevos de mariposas, chinches, escarabajos, trips, moscas, crisopas y otros himenópteros
Diptera	Tachinidae	Larvas de mariposas, escarabajos, estados inmaduros de chinches, langostas

En las áreas verdes de Lima Metropolitana, se observa una gran cantidad de casos de parasitismo en diversas especies de plagas; por ejemplo, en el caso de los hemípteros como pulgones, moscas blancas, queresas, etc. (ver figuras 12-17).



Figura 12. Pulgones del género *Aphis* parasitados (de coloración marrón dorado a la derecha arriba) en hoja de asclepia



Figura 13. Querasas del género *Selenaspidus* parasitadas en hoja de olivo. Obsérvense los orificios de salida de las microavispas



Figura 14. Larva de *Singhiella simplex* en cuyo interior se observa la larva del parasitoide *Encarsia* sp.

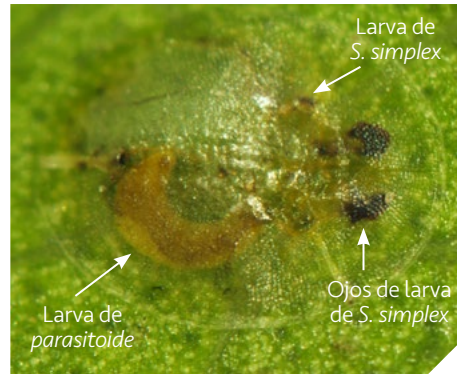


Figura 15. Larva de *Singhiella simplex* en cuyo interior se observa la pupa del parasitoide *Encarsia* sp.



Figura 16. Emergencia de parasitoide *Psyllaephagus bliteus*, de cono de protección de *Glycaspis brimblecombei* en eucalipto



Figura 17. Exoesqueleto de ninfa de *Glycaspis brimblecombei*, muerto por parasitismo de *Psyllaephagus bliteus*

- **Hongos antagonistas**

Se llama antagonistas a aquellos hongos que se alimentan de hongos patógenos de las plantas. Adicionalmente, en el suelo, tienen características muy favorables para el desarrollo de las plantas, como la rápida colonización de la rizófora, la reducción del espacio y alimento a los organismos patógenos por competencia y la estimulación de las plantas para incrementar los mecanismos de defensa contra las enfermedades.

En la tabla 2, se describen los dos principales agentes antagonistas, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., y los principales patógenos a los que atacan.

Tabla 2. Principales agentes antagonistas

Antagonista	Patógenos que ataca
<i>Bacillus subtilis</i> (bacteria)	Ataca a una amplia variedad de hongos patógenos como <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora parasítica</i> , <i>Erysiphe polygoni</i> , <i>Uncinula necator</i> , <i>Oidium mangiferae</i> , <i>Leveillula taurica</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Stemphylium vesicarium</i> , <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , <i>Peronospora destructor</i> , <i>Hemileia vastatrix</i> , <i>Peronospora farinosa</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., entre otros.
<i>Trichoderma</i> spp. (principalmente <i>T. harzianum</i> y <i>T. viride</i>) (hongos)	Tiene acción sobre una amplia variedad de patógenos, como <i>Botrytis</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Sclerotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , entre otros.

Entomopatógenos

Constituyen uno de los grupos de microorganismos más importantes para el control biológico de plagas. Este tipo de hongos y bacterias benéficas generalmente infectan y se multiplican dentro del insecto plaga, lo cual produce que este enferme y muera. Los insectos susceptibles son atacados por el hongo o las bacterias entomopatógenas, a través de sustancias químicas o toxinas, o por la destrucción mecánica de sus tejidos o células, o una combinación de ambos (Universidad de El Salvador, 2001). A continuación, se describen los principales agentes entomopatógenos usados en nuestro país (tabla 3).

Tabla 3. Principales agentes entomopatógenos

Entomopatógeno		Plagas que ataca (hospedantes)
Hongos	<i>Beauveria bassiana</i>	Controla principalmente coleópteros, pero también ataca a algunos lepidópteros, pulgones y arañas rojas.
	<i>Lecanicillium lecanii</i>	Usado principalmente por su ataque a "moscas blancas" como <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Paraleyrodes citri</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Aleurodicucs cocois</i> , así como pulgones y arañas rojas.
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Ataca a los "gusanos blancos" o "chacareros", "palomillas de la col" (<i>Plutella xylostella</i> , <i>Hellula</i> sp.).
	<i>Isaria fumosorosea</i>	Ataca a "moscas blancas" como <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Bemisia argentifolii</i> .
	<i>Hirsutella thompsonii</i>	Controla al "ácaro de tostado" encontrándose infectando también a otros ácaros o "arañita roja".
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Infecta huevos de nematodos y hembras sedentarias del "nematodo del nudo", <i>Meloidogyne incognita</i> , así como a otros nematodos.
Bacteria	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Infecta larvas de lepidópteros de diversos géneros.

c. Control químico

El control químico es el método que implica el uso de productos químicos (plaguicidas agrícolas) para el control de las plagas agrícolas. Si bien este método es sumamente eficiente para causar la muerte de las plagas, muchas veces no tiene una eficiencia a largo plazo, debido a las diversas desventajas que este método tiene, básicamente sobre el daño al medio ambiente. Este daño al medio ambiente incluye el alto riesgo de intoxicación del personal que aplica estos productos, así como el público en general, sobre todo por tratarse de áreas urbanas. Asimismo, causa la muerte de los controladores biológicos y, por ende, el aumento de otras plagas. Otra consecuencia de las aplicaciones de plaguicidas, es que muchos de estos causan "resistencia" de las plagas hacia esos compuestos, lo cual implica la pérdida de efectividad del producto en el tiempo. Al ser productos tóxicos, es necesario tener mucho cuidado en las aplicaciones, se debe leer antes la etiqueta y seguir las instrucciones indicadas, así como usar ropa de protección adecuada. Si se decide el uso de estos compuestos en las áreas verdes atacadas, es necesario evaluar las plagas permanentemente, con la finalidad de detectar focos iniciales y realizar aplicaciones solo a estos focos y luego combinarlos con los métodos de control anteriormente mencionados.

2. Clasificación de los plaguicidas

Según el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (Senasa), los plaguicidas se clasifican según el grado de toxicidad de su ingrediente activo, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de plaguicidas por grado de toxicidad

Categoría toxicológica	Color de cinta en etiqueta	Frase de advertencia
Extremadamente peligroso	Rojo	Muy tóxico
Altamente peligroso	Rojo	Tóxico
Moderadamente peligroso	Amarillo	Dañino
Ligeramente peligroso	Azul	Cuidado

Según la plaga sobre la cual actúa el ingrediente activo, se dividen en:

- Insecticidas
- Acaricidas
- Fungicidas
- Nematicidas
- Desinfectantes del suelo y fumigantes
- Herbicidas
- Rodenticidas

Según su comportamiento en la planta, los plaguicidas se clasifican como:

- **Sistémicos**, aquellos que pueden ser absorbidos por el follaje, tallos, flores, raíces u otros órganos y distribuirse sistémicamente por el interior de la planta. Llegan a los lugares donde se encuentra el patógeno o a la savia o tejidos de los cuales se alimentan los insectos.
- **Contacto**, los cuales no pueden ser absorbidos por la planta, pero al caer y cubrir sus órganos mediante la aplicación, forman una cubierta protectora que al contacto o ingestión por los insectos o patógenos causan su muerte.

Es importante tener en cuenta que todos los plaguicidas de uso agrícola en el Perú son probados, registrados y autorizados para su comercialización por el Senasa. Por esto, es sumamente relevante revisar toda la información contenida en las etiquetas de los plaguicidas agrícolas, como dosis, plagas que controla, toxicidad, periodo de carencia y verificar el registro de Senasa. Si no se observa esta información, lo más probable es que el producto sea falsificado o no tenga registro y, por ende, no está autorizado para su comercialización.

3. Protocolo de seguridad durante la aplicación de plaguicidas y bioplaguicidas

Asimismo, una consideración muy relevante es que la persona que vaya a desarrollar la aplicación de plaguicidas tenga conocimientos técnicos en fumigación o acreditación de capacitaciones en el uso de plaguicidas.

Para el cumplimiento de la actividad, se debe considerar la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su reglamento, así como el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales del Perú (Decreto Supremo N.º 017-2017-TR).

Es fundamental tomar en cuenta las siguientes consideraciones de seguridad antes, durante y después de la aplicación de plaguicidas en un área verde.

3.1. Consideraciones antes de realizar la actividad

- El fumigador debe de estar capacitado en medidas de seguridad sobre el uso de plaguicidas.
- Es necesario coordinar previamente con el ingeniero de campo, el tipo de plaguicida que se va a utilizar, decisión que debe responder al diagnóstico previo de la plaga.
- Se tiene que leer y entender las hojas de seguridad o etiquetas de los plaguicidas.
- No se deben aplicar productos químicos muy tóxicos o que tengan etiqueta roja. En lo posible, limitar el uso a plaguicidas que sean poco o ligeramente peligrosos.
- El fumigador debe revisar todos los componentes y el correcto funcionamiento de los equipos de aplicación de plaguicidas (mochila manual, moto pulverizadora, hidropulverizador) (ver figura 18). Por seguridad, ningún equipo en estado defectuoso debe ser utilizado.

- El fumigador no debe tener en la piel heridas abiertas o recientes que constituyan posibles fuentes de ingreso de los productos plaguicidas, ya que esto puede aumentar el riesgo de intoxicaciones.
- El personal que va a desarrollar la actividad de control fitosanitario debe contar con todo los equipos de protección personal (EPP) en buen estado (ver tabla 5).



Figura 18. Equipos de fumigación a baja y alta presión.



Figura 19. EPP para desarrollo de actividad de control fitosanitario



Figura 20. Uso de EPP del fumigador y ayudante de fumigación.

- Una vez establecido en el campo, el fumigador debe evaluar los riesgos en el área de trabajo.
- Después de evaluar estos riesgos, debe delimitar el área de trabajo (macizo de plantas ornamentales, arbustos, césped, etc.), con el fin de limitar el acceso de las personas al lugar de trabajo (ver figura 21).

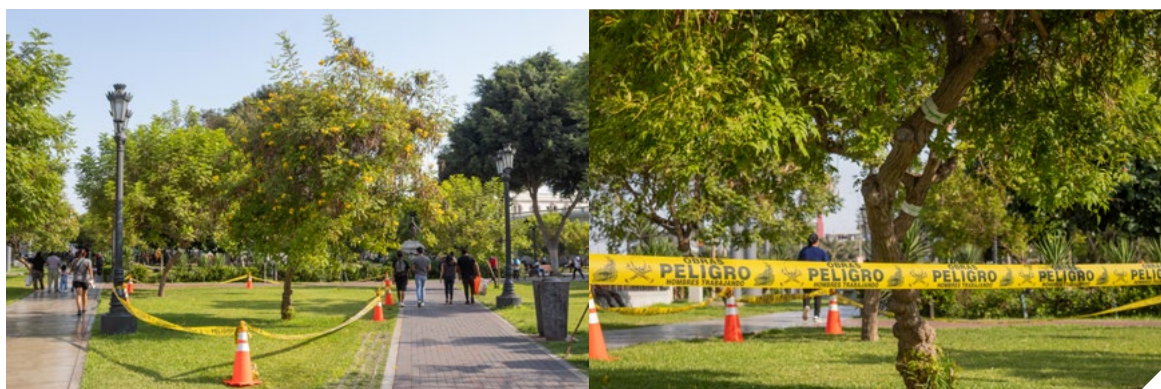


Figura 21. Delimitación de lugar de trabajo

- Para delimitar la zona de trabajo, se pueden utilizar conos de seguridad, cintas de peligro, barras de seguridad, etc. (ver figura 22).



Figura 22. Materiales para delimitación del área de trabajo

- Mediante los letreros de aviso de fumigación, se debe alertar a las personas que se encuentren en áreas colindantes a la de trabajo para evitar su ingreso y el de sus mascotas, hasta que se cumpla con el tiempo establecido para los efectos de residualidad indicados en la etiqueta del producto.

3.2 Consideraciones después del desarrollo de la actividad

- Una vez terminada la actividad, el fumigador tiene que realizar la limpieza del equipo.
- El área debe permanecer cerrada, sin acceso a otras personas (vecinos, jardineros, podadores, maquinistas, regadores, etc.).
- Hay que mantener los letreros con señales informativas y mensajes como “Prohibido el ingreso: área fumigada” o “Manténgase alejado área fumigada”.
- De manera obligatoria, el fumigador debe tomar una ducha con abundante agua a fin de eliminar cualquier partícula del producto.

Tabla 5. EPP para el uso de plaguicidas y control biológico

Fumigador y personal de apoyo de pulverizadora de alta presión / Nebulizadora a motor							
Uniforme	Gorro		Polo		Camisaco		Pantalón
EPP	Guantes de jebe de 35 libras	Lentes de seguridad	Chaleco	Respirador con carilla completa, filtro contra gases y vapores tóxicos Mascarilla N95	Botas de jebe	Impermeable traje Tyvek	Protectores de oído (*)
Control de vectores, fumigador y personal de apoyo de mochila manual de 20 l							
Uniforme	Gorro	Polo		Camisaco		Pantalón	
EPP	Guantes de jebe de 35 libras	Lentes de seguridad	Chaleco	Respirador con carilla completa filtro contra gases y vapores tóxicos Mascarilla N95	Botas de jebe	Impermeable traje Tyvek	Protectores de oído (*)
Fumigador y personal de apoyo para liberación de insectos benéficos							
Uniforme	Gorro		Polo		Camisaco	Pantalón	
EPP	Guantes de jebe de 35 libras	Lentes de seguridad	Chaleco	Impermeable traje Tyvek	Respirador con carilla completa Mascarilla N95		
Fumigador y personal de apoyo para la aplicación de hongos entomopatógenos y antagonistas							
Uniforme	Gorro		Polo		Camisaco	Pantalón	
EPP	Guantes de jebe de 35 libras	Lentes de seguridad	Chaleco	Respirador con carilla completa	Impermeable traje Tyvek	Respirador con carilla completa Mascarilla N95	

Asimismo, cabe recalcar que se deben identificar los signos de intoxicación (por ejemplo, vómitos, diarrea, sudoración excesiva, temblores, desmayo y otros) (Varela, 2020), cuyas vías de penetración de los plaguicidas son la ingestión, inhalación y la vía dermal.

4. Plagas y enfermedades de las áreas verdes de Lima

Se entiende como plaga a cualquier organismo vivo que causa daño económico y estético a las plantas ornamentales de las áreas verdes. Estos pueden ser causados por diversos organismos, principalmente por:

- **Invertebrados:** insectos, ácaros y moluscos
- **Patógenos:** hongos, bacterias, nematodos, fitoplasmas y virus

Las plantas pueden manifestar **síntomas** (reacciones o alteraciones internas que sufre una planta como resultado de su enfermedad a causas de los por patógenos) (tabla 6), observarse **signos** (patógeno, sus partes o productos que se observan sobre una planta hospedante) o **daños** (causados por invertebrados como los insectos, moluscos y ácaros).

Tabla 6. Síntomas, signos de enfermedades y daños de plagas más comunes en las áreas verdes de Lima Metropolitana

Síntomas, signos y daños	Posibles plagas que los causan
Hojas	
Amarillamiento	Virosis, patógenos de suelo, etc.
Arrosetamiento	Pulgones, queresas, moscas blancas, cochinillas, trips, virus, etc.
Comeduras	Larvas de lepidópteros, adultos de coleópteros y caracoles
Caída premature de flores o frutos	Queresas, cochinillas algodonosas, pulgones, chinches, patógenos diversos
Decoloración o manchas amarillentas	Ácaros, pulgones, queresas, virus, hongos, etc.
Deformaciones	Virus y fitoplasmas e insectos picadores chupadores (pulgones, síldos, cochinillas, queresas, etc.)
Enrolladuras u hojas pegadas	Gusanos o larvas pegadoras de hojas
Marchitez	Patógenos de suelo o vasculares
Masas algodonosas o pulverulentas blancas sobre todo en envés	Cochinillas algodonosas, moscas blancas
Color bronceado o marrón, telaraña densa o punteaduras amarillas	Ácaros (arañita roja)
Minas o túneles en la lámina foliar	Larvas de moscas minadoras
Manchas blanquecinas a grisáceas sobre las hojas	Hongos como las idiosis o mildiús
Pústulas de color amarillo a marrón en envés	Roya
Cobertura o capa negra parecida al hollín	Fumagina (hongos que se alimentan de las excretas azucaradas de hemípteros plaga como queresas, pulgones, moscas blancas, cochinillas, síldos y otros insectos picadores-chupadores de hojas)
Escamas o conchuelas	Queresas
Agallas	Insectos del grupo de los himenópteros (microavispa)

Ramas y tallos	
Escamas o conchuelas	Queresas
Comeduras	Larvas de lepidópteros
Cancros	Patógenos
Exudaciones	Patógenos o daños por insectos perforadores
Agallas	Insectos del grupo de los himenópteros (microavispa) o bacterias
Basidiocarpos o cuerpos fructíferos	Hongos del grupo de los basidiomicetos
Pudrición de madera	Hongos del grupo de los basidiomicetos
Raíces	
Nódulos	Nematodos o bacteria
Comeduras	Gusanos blancos (gallina ciega) o gusanos alambre
Pudrición	Hongos patógenos de suelo

En el presente módulo, se abordan las principales plagas que atacan a las especies más comunes que conforman las áreas verdes en Lima Metropolitana.

4.1. Principales plagas de las plantas ornamentales en Lima Metropolitana

Las principales plagas que atacan a las especies ornamentales en Lima Metropolitana se agrupan como sigue:

- Ácaros
- Plagas insectiles
 - Picadores chupadores
 - Raspadores chupadores
 - Defoliadores y pegadores de hojas
 - Minadores
- Patógenos
 - Patógenos que causan enfermedades foliares
 - Patógenos que causan enfermedades de la madera
 - Patógenos que causan enfermedades en las partes subterráneas de las plantas

4.1.1. Ácaros

Los ácaros son organismos muy pequeños, pertenecientes al orden Acarina, que generan daños al follaje de las plantas por la alimentación que estos realizan sobre todo en el envés de las hojas. Son organismos invertebrados que poseen ocho patas, no poseen alas ni antenas y su coloración generalmente varía entre el rojo al marrón claro.

- **Daños**

Los ácaros se alimentan de la savia de las hojas, son “raspadores chupadores”, es decir, raspan o rompen la epidermis de las hojas para destruir las células y dejar salir su contenido, el cual luego absorben o chupan. El daño característico del ataque de ácaros es la coloración blanquecina inicialmente y marrón claro dorado en el envés de las hojas y a veces también, en el haz. Cuando las poblaciones son altas, reducen el crecimiento y vigor de la planta al dañar las hojas por lo que la tasa fotosintética disminuye. Incluso con altas poblaciones, la apariencia de la planta se puede ver más afectada cuando se observa la presencia de telarañas. En casos extremos, ocasionan la pérdida de hojas.

Generalmente, los daños antes mencionados se presentan en temporada de sequía o cuando las plantas sufren una deficiencia hídrica, sin embargo, el ataque de estas plagas se da en cualquier temporada del año, independientemente de las condiciones en la que se encuentra la planta.

En Lima Metropolitana, los ataques por ácaros son poco frecuentes, en árboles y arbustos, así como en especies bianuales, anuales o de temporada. Se ha observado el ataque de *Olygonichus* sp., en thuja y *Tetranychus urticae* en campanilla (ver figuras 23-26).

- **Control**

El control de los ácaros debe iniciarse con labores básicas como buen riego para evitar estrés hídrico, lavados a presión si son árboles o arbustos con el objetivo de eliminar polvo y las colonias de ácaros del área foliar. Si a pesar de las acciones mencionadas el problema persiste, podría hacerse uso de productos como el detergente o aceite vegetal (agrícola), azufre (en polvo o emulsionable). En casos extremos es posible el uso de agroquímicos con ingredientes activos como la abamectina. Respecto a controladores biológicos, actualmente en el Perú se puede hacer uso de “ácaros predadores”, que son benéficos por el hecho que se alimentan de ácaros fitófagos, estos son las especies *Euseius stipulatus*, y *Euseius scutalis*, depredadores de los géneros de ácaros fitófagos, *Panonychus* y *Oligonychus*, pero también de otras especies.

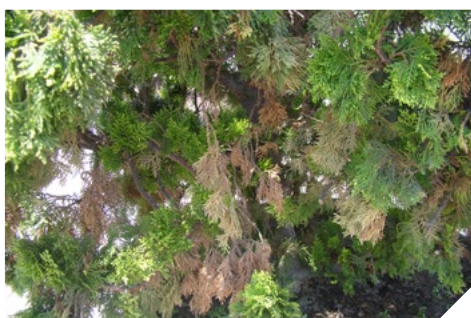


Figura 23. Daño causado por ataque del ácaro *Oligonychus* en tuja



Figura 24. Acaro *Oligonychus* sp., en tuja, vista al estereoscopio



Figura 25. Adultos de *Tetranychus urticae* en hoja de campanilla

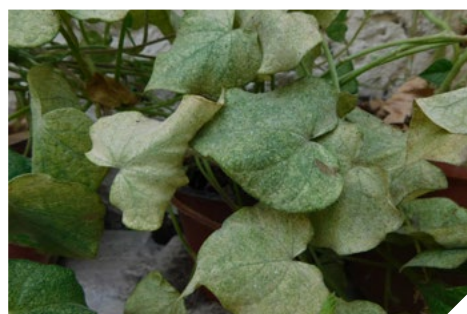


Figura 26. Daño en campanilla causado por *Tetranychus urticae*. Obsérvese el amarillamiento generalizado

4.1.2. Plagas insectiles

a) Insectos picadores chupadores

Los insectos “picadores-chupadores” deben su nombre a las características de su aparato bucal, el cual es “picador-chupador”. Es decir, tienen un “estilete” con el que perforan el tejido de las plantas y succionan la savia para alimentarse. Estos insectos pertenecen a la clase Hemiptera. Los más frecuentes son plaga en Lima, pulgones, queresas, cochinillas, sílidos y moscas blancas. Todas estas plagas emiten una sustancia azucarada o mielecilla causante de la aparición de fumagina, hongo (*Fumago* sp.), que se alimenta de esta y cubre, en caso de infestaciones altas, toda la parte aérea de la planta.

- **Áfidos o pulgones**

Son insectos de tamaño pequeño, aproximadamente 2,5 mm de longitud. Entre sus principales características resaltan su suave cuerpo en forma de pera. Por otro lado, poseen un aparato bucal “picador-chupador”, con el que pican y succionan la savia del floema. También presentan unos característicos “cornículos” o “sifones”, estructuras tubulares en la parte posterior del cuerpo (apéndices abdominales que se dirigen hacia arriba y atrás) que exudan gotitas de un líquido que se solidifica rápidamente y que sirve funciones de defensa. El color de las especies de áfidos varía desde tonalidades claras como el amarillo a verde a rojos, marrones o más oscuros. Generalmente los áfidos no poseen alas, pero algunos individuos son alados, los cuales se desarrollan para incrementar la dispersión de la plaga. Su reproducción es generalmente por partenogénesis (las hembras no necesitan aparearse para desarrollar a sus ninfas y parirlas), y por eso es poco frecuente encontrar machos en las colonias.

- **Daños**

Los pulgones, tanto en su estadio adulto como de ninfas, chupan o succionan la savia los brotes o partes tiernas de la planta, donde generalmente forman sus colonias. También atacan flores y hojas tiernas de innumerables especies de plantas. Cuando el número de individuos o población en la planta es alto, causan la deformación (arrocetamiento o encarrujamiento) de brotes, flores, hojas a los que ataca.

Otro de los daños importantes que estos organismos ocasionan a las plantas, es la transmisión de virus. La transmisión se realiza a través de las picaduras del pulgón al momento de alimentarse.

Como la mayoría de hemípteros, las colonias de pulgones causan la aparición de abundante “fumagina”, que crece formando una película sobre las hojas u órganos atacados, las cuales no permiten el paso de la luz para una buena fotosíntesis.

- **Control**

El control de los pulgones se realiza principalmente a través de medidas de manejo cultural como los lavados con agua a presión en árboles, arbustos y ornamentales herbáceas que puedan soportarlo, lo cual provoca la caída de gran cantidad de los individuos al suelo. Se puede complementar el control mediante la aplicación de productos como el detergente o aceite agrícola. En cuanto al control biológico, se puede hacer uso de varios parasitoides como las microavispa *Aphidius colemani* y *A. matricariae*. También se puede utilizar hongos entomopatógenos como *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, así como liberar controladores biológicos como crisopas, coccinélidos, sírfidos, o chinches como *Orius insidiosus*, etc. Es posible utilizar el control químico solo en casos especiales,, debido al riesgo al medio ambiente. En el mercado existen muchos productos para su control.

Son muchas las especies de pulgones que atacan las especies de las ornamentales en Lima. Entre las principales tenemos a *Cinara cupressi*, que ataca a las cupresáceas como thuja y ciprés; *Aphis spiraecola*, que infesta *Tecoma stans* y *Malvaviscus arboreus*; *Chaitophorus leucomelas*, que ataca al álamo, *Uroleucon ambrosiae*, que infesta *Rudbeckia* sp., y asclepia, entre otros (ver figuras 27-33).



Figura 27. Colonia de *Cinara cupressi*, el pulgón de las cupresáceas sobre ramas de ciprés

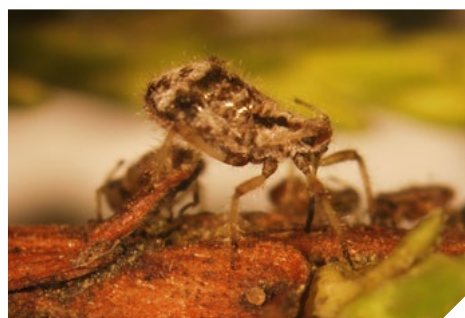


Figura 28. Adulto de *Cinara cupressi*, en proceso de alimentación sobre rama de ciprés (al estereoscopio)



Figura 29. Colonia de *Aphis spiraecola* atacando brote de tecoma



Figura 30. Colonia de *Uroleucon ambrosiae* sobre tallo de asclepia



Figura 31. Colonia de *Chaitophorus leucomelas* sobre hoja de álamo



Figura 32. Colonia de *Uroleucon ambrosiae* con numerosos individuos parasitados de color dorado (flechas), sobre asclepia



Figura 33. Área foliar de álamo fuertemente cubierta por fumaginaa causa de ataque de pulgones

- **Cochinillas algodonosas o chanchitos blancos**

Las cochinillas algodonosas son insectos pequeños, de unos 2 mm de largo de cuerpo achatado u ovalado, teniendo en algunas especies proyecciones de color blanco a los costados o parte posterior del cuerpo. Normalmente tienen el cuerpo cubierto de una sustancia blanquecina de textura harinosa o algodonosa que también cubren toda la colonia (ver figuras 34-40).

Las cochinillas tienden a congregarse en colonias y algunas especies forman masas algodonosas sobre las hojas, tallos tiernos, botones florales, frutos e incluso en las raíces. Estas colonias, como en muchos otros hemípteros, son atendidas (protegidas) por hormigas, a cambio de las sustancias azucaradas que estos insectos plaga excretan.

En Lima Metropolitana las especies de cochinillas más abundantes en las plantas herbáceas y arbustivas son *Paracoccus marginatus* atacando a cucarda, falso farolito chino, acalifa, maijón, entre otros, *Pseudococcus longispinus* en múltiples especies como olivo, *Phenacoccus madeirensis* en bouganvillea, *Planococcus citri* en crotón, etc.

- **Daño**

Las ninfas y los adultos de cochinillas algodonosas se alimentan de la savia de diferentes partes de las plantas, sobre todo de partes tiernas como hojas, brotes, botones florales, flores, tallos jóvenes, entre otros, lo que causa que las partes atacadas de las plantas dejen de crecer, se atrofien por las diversas picaduras, causen su caída (hojas jóvenes, botones florales, etc.) o estos se necrosen, en términos generales, se reduzca el crecimiento y vigor de las plantas. Cuando la infestación es severa ocasiona la caída prematura de las hojas y muerte de las ramas. Varias especies de cochinillas también pueden transmitir virus.

- **Control**

Las cochinillas pueden controlarse de manera similar a otros insectos picadores chupadores. Por ello, las podas, los lavados y las aplicaciones de detergente o aceite agrícola son los principales métodos para disminuir sus poblaciones. Asimismo, se pueden liberar larvas y adultos de la mariquita *Cryptolaemus mountrouzieri*, crisopas y microavispa parasitoides como *Anagyrus* sp.



Figura 34. Colonias de *Phenacoccus madeirensis* atacando bouganvillea



Figura 35. Colonias de *Phenacoccus madeirensis* atendida (protegida) por hormigas



Figura 36. Colonias de *Planococcus citri* atacando hoja de croton



Figura 37. Colonias de *Planococcus citri* atacando brotes y ramas de croton



Figura 38. Adultos de *Pseudococcus longispinus* sobre olivo



Figura 39. Adulto de *Paracoccus marginatus*, en acalifa



Figura 40. Colonia de *P. marginatus* sobre brote de mejijó

- **Moscas blancas**

Estos insectos picadores chupadores, aunque se parecen mucho a las moscas, en realidad no lo son. Los adultos pueden medir entre 1 a 2 mm de longitud. Forman colonias en el envés de las hojas. Las larvas son generalmente ovaladas y aplanadas de color amarillento, algunas con setas (pelos). Dependiendo de la especie, las colonias pueden estar cubiertas por pulverulencia blanca. Las etapas de su ciclo de vida son las siguientes: huevo, ninfa, pupa y adulto. La hembra pone sus huevos en envés de las hojas, siguiendo un patrón circular.

- **Daños**

Estos insectos plagas causan daños en diversas especies de plantas. De forma similar a los pulgones, queresas, síldos y cochinillas, durante su estadio adulto o inmaduro, para alimentarse extraen la savia de las hojas. De ese modo, provocan enroscamiento o arrocetamiento de la lámina foliar, múltiples heridas por las picaduras de las ninfas y adultos y la aparición de fumagina, lo que finalmente reduce el vigor y afecta la belleza de las plantas ornamentales. Asimismo, son muy peligrosas para los cultivos ornamentales porque son transmisores de virus en las plantas.

- **Control**

La mosca blanca, al igual que los otros grupos de hemípteros, se controla mediante labores culturales como lavados a presión, aplicación de detergente o aceite agrícola o uso de trampas amarillas. No es recomendable el uso de plaguicidas por la alta posibilidad de inducir resistencia. Respecto al control biológico, se deben hacer periódicas introducciones de crisopas y mariquitas, así como proteger el medio ambiente con la finalidad de incrementar el control biológico natural. También es posible hacer liberaciones de algunos controladores biológicos como con el uso de hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii* o *Isaria fumosorosea*.

Algunas moscas blancas presentes en Lima Metropolitana atacando especies ornamentales son: *Aleurodicus juleikae*, que es polífaga y ataca a muchos hospedantes como *Tecoma*, molle costeño, *Ficus benjamina* y *F. retusa*, acacia, eucalipto, *Brachychiton* sp., fresno, sauce, etc., así como varias especies frutales como cítricos, mango, mora, olivo, palta, guayaba, lúcumo, etc.; *Singhiella simplex*, que infesta a *Ficus benjamina* y *F. retusa* y *Siphoninus finitimus*, que ataca al olivo (ver figuras 41-49).



Figuras 41. Envés de hoja de ficus, con numerosas exuvias (blancas) y ninfas (amarillas) de la mosca blanca del ficus *S. simplex*



Figura 42. Ninfa de *S. simplex*. Nóten los ojos de color rojo en la parte superior



Figura 43. Adulto de *S. simplex*, vista al estereoscopio



Figura 44. Fuerte defoliación en *Ficus benjamina*, causado por la infestación de *S. simplex*



Figura 45. Fuerte infestación de *Ficus benjamina* por *A. juleikae*



Figura 46. Adultos de *S simplex* (izq.) y *A. juleikae* (Der.)



Figura 47. Adultos y ninfas de *A. juleikae* sobre hoja de molle costeño



Figura 48. Colonia de *Siphoninus finitimus*, la mosca blanca del olivo. Obsérvense adultos y ninfas sobre envés de la hoja



Figura 49. Hoja de ficus benjamín con fuerte infestación por la mosca blanca, *A. juleikae*

- **Síldos**

Los síldos son insectos picadores chupadores muy similares a los pulgones, con mayor movilidad que estos, alados. Generalmente caminan o dan pequeños saltos (vuelos cortos) cuando se ven perturbados. Los adultos miden entre los 2 a 3 mm de largo y son de colores variados entre el amarillentos a verdosos. Las colonias viven mayormente en el envés de las hojas. Las especies de síldos más frecuentes encontradas en Lima Metropolitana son *Platycorypha nigrivirga*, el síldo de la tipa, que ataca a estos árboles en los veranos de Lima, entre diciembre y abril; *Calophya schini*, el síldo del molle serrano; y *Glycaspis brimblecombei*, el síldo del eucalipto (ver figuras 50-56), que ha sido naturalmente controlado por el parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae). Este parasitoide ingresó a Perú conjuntamente con la plaga y hasta el momento mantiene un nivel de parasitismos muy alto, mayor al 90 %, lo que mantiene a la plaga en poblaciones muy bajas y, por ende, con muy pocos daños a los eucaliptos. La especie atacada en el Perú es únicamente *Eucalyptus camaldulensis*. No se ha visto ataque de este síldo en otras especies de eucalipto. Una característica de esta plaga es la formación de un escudo protector cónico azucarado de color blanco sobre las hojas. El escudo es realizado por las ninfas de primer estadio y las protege hasta que se transforman en adultos.

- **Daños**

Forman colonias que atacan principalmente los brotes. Igualmente, se alimentan de savia, al realizar picaduras en los brotes u hojas tiernas y provocar su deterioro, así como la aparición de fumagina. En algunos casos, como el sílido del molle serrano, la plaga causa deformación de brotes y hojas debido a las ninfas que se introducen en el tejido y provocan pequeñas protuberancias. Estos insectos son mayormente importantes cuando las plantas son jóvenes, porque atacan directamente los puntos de crecimiento. Cuando las plantas están adultas, el problema es menor.

- **Control**

El control de los sílidos es el mismo mencionado anteriormente para los otros grupos de hemíptero o picadores chupadores.



Figura 50. Adultos de *Platycorypha nigrivirga*, el sílido de la tipa, con rastros de fumagina sobre la hoja



Figura 51. Colonia de *Glycaspis brimblecombei* sobre hoja de eucalipto. Se observan huevos, conos de ninfas y adultos



Figura 52. Colonia de *G. brimblecombei*. Se observan huevos, conos de ninfas y adulto



Figura 53. Ninfa de últimos estadios de *G. brimblecombei* al descubierto al haberse quitado el cono protector



Figura 54. Adulto del silido
Calophya schini



Figura 55. Adulto de *Psyllaephagus bliteus*, avispa parasitoide de *C. brimblecombei*



Figura 56. Daño en brote de molle serrano y adulto del silido *Calophya schini*

- **Querasas**

Dentro del conjunto de insectos picadores chupadores, las querasas son uno de los grupos más importantes por los graves daños que causan a las plantas; entre estas, a las ornamentales. Las querasas son insectos pequeños, de entre 1 a 3 mm de largo o diámetro. El cuerpo del insecto está cubierto por una escama dura o blanda, que está constituida principalmente por cera y piel que produce el mismo insecto. Las querasas tienen diversas formas, pero mayormente son aplanadas o achatadas y alargadas, redondas u ovaladas.

Las querasas tienen tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Los huevos son colocados debajo del cuerpo de la hembra. En la mayoría de las especies de querasas, los machos adultos tienen alas.

Apenas las ninfas salen del huevo, estas caminan y se dispersan de la planta, por lo que son la etapa en donde la plaga coloniza otras plantas. A esta etapa se le conoce como “crawler” o “migrante”. Finalmente, cuando el migrante consigue un lugar apropiado, incrusta sus partes bucales en los tejidos de las plantas o árboles y comienza a alimentarse. Posteriormente, cuando las hembras ya son adultas, fijan su escama a la planta y dejan de ser móviles.

En Lima Metropolitana se tiene reportes de muchas especies de queresas que atacan igualmente a varios hospedantes ornamentales. Entre los principales géneros tenemos a *Ceroplastes*, en sheflera, mirto y otros; *Insignorthezia* en mioporo, lantana, jacarandá, tecomá y otros; *Pinnaspis* en tara, cítricos y otros; *Saissetia* en molle costeño y otros; *Coccus* en tecomá, entre muchos otros (ver figuras 57-63).

- **Daños**

Las queresas en el mundo atacan una gran variedad de plantas, incluyendo arbustos, árboles y herbáceas ornamentales. Como todos los picadores chupadores, las queresas succionan o chupan la savia de las hojas y los tallos jóvenes por medio de un aparato bucal en forma de estilete. Esta alimentación provoca heridas en la planta y, por ende, una reducción en el vigor y apariencia de las plantas. Cuando las infestaciones son altas, las partes atacadas, sobre todo los brotes y hojas se deterioran, deformándose o defoliándose, en muchos casos son vectores de virus.

Al igual que otros picadores chupadores, estos insectos excretan sustancias azucaradas que provocan el crecimiento del hongo de la fumagina, reducen su apariencia y disminuyen la fotosíntesis. Como en casos anteriores, las hormigas también se alimentan de las sustancias azucaradas, por lo que mantienen una relación simbiótica con las queresas, al protegerlas de sus enemigos naturales y transportarlas de una planta a otra.

- **Control**

La detección oportuna de las primeras colonias en las plantas es importante para poder atacar focos iniciales y combatir las eficientemente. Para este grupo de plagas, debe hacerse uso de las labores culturales y sanitarias mencionadas para anteriormente, buen abonamiento y riegos, así como podas para eliminar colonias. Posteriormente, se puede complementar con lavados con agua a alta presión, durante varios días. Si es necesario, los detergentes o jabones y el aceite agrícola dan buenos resultados.



Figura 57. Fuerte daño de *Insignorthezia pseudinsignis*, en mioporo



Figura 58. Detalle de colonia *Insignorthezia insigne*, en mioporo



Figura 59. Colonia de *Insignorthezia pseudinsignis*, en lantana



Figura 60. Infestación de rama de tara por queresa *Pinnaspis aspidistrae*



Figura 61. Colonia de *Saissetia* sp. sobre rama de molle costeño



Figura 62. Colonia de *Ceroplastes floridensis* en hojas de sheflera



Figura 63. Colonia de *Ceroplastes floridensis* en hojas y tallos de mirto

b) Raspadores chupadores

En este grupo de insectos tenemos a los “trips”, insectos de tamaño pequeño, entre 1 a 2 mm de largo, de cuerpo angosto, generalmente de color marrón o negro cuando son adultos y blancos o amarillentos cuando son ninfas. Viven en los brotes, flores u hojas tiernas. En algunos casos, como en el trips del ficus, viven en el haz de la hoja que por las raspaduras de alimentación se encarrujan o doblan hacia adelante a partir de la nervadura central, y colocan allí sus huevos y protegen a sus ninfas. En Lima Metropolitana se ve con mayor frecuencia el ataque de los trips del ficus benjamín, *Gynaikothrips uzeli* y *Gynaikothrips ficorum* (ver figuras 64-66), que se presentan con mayor intensidad en épocas de otoño en Lima.

- **Daños**

Los trips tienen un aparato bucal en forma de peine con el cual raspan la superficie de las hojas, causando heridas que dejan salir la savia, la cual luego absorben. Las zonas afectadas toman una coloración blanquecina. Se observa también deformaciones de los brotes, las hojas o las flores, a los que ataca debido a las sustancias tóxicas que tienen en su saliva. Si los ataques son severos, las zonas atacadas pueden secarse por completo. También son importantes porque algunas especies son transmisores de virus en las plantas que ataca.

- **Control**

Existen varios métodos de control de los trips. Uno de estos es el uso de trampas adhesivas de color azul, debido a que los trips se sienten fuertemente atraídos por este color. Las trampas deben ser inspeccionadas permanentemente con una lupa para ver si hay capturas de adultos. El manejo cultural es muy importante en el control de esta plaga. Los lavados combinados con aplicaciones de detergente o aceite agrícola son efectivos contra esta plaga. Se pueden hacer liberaciones del chinche *Orius insidiosus*, que atrapan a los trips con su estilete y succionan todo su contenido.



Figuras 64. Hojas de ficus dobladas hacia adentro a causa del ataque de trips



Figura 65. Ninfas de color crema y huevos de trips del ficus



Figura 66. Adultos (negros), ninfas (amarillas) y huevos de trips sobre hoja de ficus

c) Defoliadores y pegadores de hojas

Son insectos que se alimentan del follaje (consumen hojas). Los defoliadores son principalmente larvas de lepidópteros y, en pocos casos, adultos de coleópteros. En Lima Metropolitana, los defoliadores son únicamente larvas de lepidópteros. Estas larvas pueden ser de diverso tamaño, dependiendo de la especie. Las de mayor tamaño, como el defoliador del tecoma, con un largo entre 2 a 3 cm en su último estadio, pueden consumir una gran cantidad de follaje y causar una defoliación total del árbol en algunos casos.

En la ciudad de Lima, los principales defoliadores son *Erosina hyberniata* (Lepidoptera: Geometridae), que defolia a *Tecoma stans*, y *Plusia chilensis* (Lepidoptera: Noctuidae), que ataca a varias especies de plantas. También a *Ipomoea purpurea* (campanilla), *Disclisoprocta stellata* (Lepidoptera: geometridae), que defolia a la bouganvillea; *Danaus plexippus* (mariposa Monarca), que defolia a las *Asclepias*; *Oiketicus* sp., que ataca a varias especies de árboles, entre estos el eucalipto, molle costeño y serrano, sobre todo cuando estos tienen malas condiciones de manejo o se encuentran bajo estrés hídrico, entre otros defoliadores de menor importancia. Entre pegadores de brotes y hojas tenemos a *Omiodes* sp. en lantana y *Polygrammodes* sp., el pegador de brotes en sauce, ambos Lepidoptera: Pyralidae (ver figuras 67-81).

- **Daños**

En Lima Metropolitana las especies de plagas defoliadoras se encuentran mayormente entre las especies ornamentales anuales o de temporada. En árboles o arbustos son pocas las especies que causan daño a este grupo de ornamentales. Sus daños, como su nombre lo dice, consisten en la pérdida de follaje por la alimentación de las larvas. Las plantas, sobre todo herbáceas, sufren un abundante porcentaje de su masa foliar afectada a causa de la alimentación de las larvas, lo que conlleva a su poco desarrollo.

- **Control**

El control de las larvas defoliadoras se debe basar en la aplicación o liberación de controladores biológicos. El entomopatógeno más usado a nivel mundial para el control de larvas de lepidópteros es *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que “enferma” a las larvas y en pocos días les provoca la muerte. Otro biocontrolador para usar es *Metarhizium anisopliae*. También es muy efectivo la liberación de chinches predadores como *Orius insidiosus* (para larvas de primeros estadios) y principalmente de *Podisus nigrispinus*, un eficiente predador de larvas de lepidópteros.

Asimismo, es necesario tener en cuenta que debe realizarse frecuentemente la evaluación de las poblaciones y daños de defoliadores, sobre todo en épocas de verano en Lima, así como detectar las primeras infestaciones y realizar las acciones mencionadas.



Figura 67. Larva *Omiodes* sp., pegador de hoja en lantana al descubierto, mostrando sus daños y excrementos



Figura 69. Comeduras foliares en eucalipto causadas por *Oiketicus* sp.



Figura 68. Árbol joven de eucalipto defoliado por *Oiketicus* sp.



Figura 70. Larva de *Danaus plexippus*, mariposa monarca sobre asclepia



Figura 71. Adulto de *Danaus plexippus*, mariposa monarca sobre asclepia



Figura 72. Larva y daño de *Plusia chilensis* en hojas de campanilla



Figura 73. Larva de *E. hyberniata* en tallo de tecoma



Figura 74. Árbol de tecoma defoliado por ataque de larva de *Erosina hyberniata*



Figura 75. Daño de *Palpita persimilis*, polilla del olivo



Figura 76. Larva de *E. hyberniata* camuflada en fuste de tecomá



Figura 77. Adulto de *E. hyberniata*



Figura 78. Larva de *Disclisioprocta stellata* y sus daños en bouganvillea



Figura 79. Larvas de *Polygrammodes* sp., en brote de sauce



Figura 80. Larvas de *Polygrammodes* sp. y daños en brote de sauce



Figura 81. Adulto de *Polygrammodes* sp.

d) Minadores

Las plagas conocidas como minadores son larvas de insectos pertenecientes al orden Diptera (género *Liriomyza*) o lepidópteros (muy pequeños, comúnmente llamados microlepidópteros). Estas larvas realizan galerías en la lámina foliar y ocasionan daños severos en diversos cultivos hortícolas y ornamentales.

Las larvas tienen tamaños muy pequeños, con un promedio de 5 mm, lo que les permite vivir y alimentarse en el interior de la lámina donde de cierta forma están protegidas. En Lima Metropolitana, se ha observado la presencia de *Bucculatrix* sp., que causa daño en hojas de ceibo en épocas de verano, de diciembre a abril (ver figuras 82-86).

- **Daños**

Las larvas no solo realizan galerías o túneles en las hojas, lo que reduce la capacidad fotosintética, sino que también provocan el marchitamiento y caída de las hojas. Las larvas se introducen a la lámina foliar y se alimentan realizando galerías que siguen caminos sinuosos sobre la lámina foliar. Estas finalmente se necrosan y pueden caer o secarse. La planta pierde vigor por el poco follaje y su crecimiento se ve afectado.

- **Control**

Si bien existen algunas especies de moscas minadoras en las ornamentales en Lima Metropolitana, estos insectos no causan mayores problemas en las áreas verdes, pero en vivero pueden convertirse en un problema mayor. Normalmente los minadores tienen controladores biológicos que disminuyen sus poblaciones y no es necesario intervenir. El control etológico a base de trampas pegantes amarillas es una de las alternativas más eficientes para bajar poblaciones de las moscas minadoras. El manejo cultural siempre es importante, ya que elimina malezas que puedan ser fuente de plagas y refuerza la fertilización y los riegos a las plantas.



Figura 82. Adulto de *Bucculatrix* sp., minador de hojas de ceibo



Figura 83. Daño de *Bucculatrix* sp., minador de hojas de ceibo (envés de la hoja)



Figura 84. Daño en hojas de ceibo a causa de *Bucculatrix* sp. Los daños por las minas posteriormente se necrosan



Figura 85. Pupas de *Bucculatrix* sp., de en forma de bastones blancos sobre haz de hoja de ceibo



Figura 86. Pupa de *Bucculatrix* sp., sobre hoja de ceibo

4.1.3. Patógenos

Los patógenos de plantas son los agentes causales de diversas enfermedades en las plantas ornamentales de Lima Metropolitana. Existen varios grupos de patógenos causantes de enfermedades en los diversos cultivos ornamentales, agrícolas o forestales en el mundo, siendo el grupo de los hongos los que tienen mayor presencia de especies causando estas enfermedades a las plantas. Lo siguen en cantidad los virus, las bacterias, los nematodos y los fitoplasmas. De otro lado, la patogenicidad y síntomas que causan los diversos grupos de patógenos es indistinto; es decir, puede haber bacterias o virus de mucha importancia económica, como también hongos o nematodos, dependiendo de las condiciones ambientales, hospedantes y manejo que les da el hombre.

Se denomina “enfermedad” a un mal funcionamiento de las células o tejidos de las plantas, a causa de la acción patogénica de un organismo en la planta. Las plantas enfermas muestran síntomas a causa de este desequilibrio, por lo que un “síntoma” es la expresión de la planta ante el ataque de algún patógeno. Los síntomas en las plantas ornamentales pueden presentarse en la parte aérea, basal o en los órganos subterráneos de las plantas. Muchos de estos síntomas pueden ser “principales” y otros “secundarios”; por ejemplo, en el caso de una enfermedad radicular, el síntoma primario es la pudrición de raíces y el síntoma secundario es la marchitez del área foliar. De otro lado, un “signo” es la manifestación o expresión visible del patógeno; por ejemplo, el micelio, esporas, basidiocarpos, etc., de los hongos.

- **Clasificación de enfermedades**

Las enfermedades pueden clasificarse de diversas maneras. Dependiendo de la naturaleza del agente causal, estas pueden ser:

- Enfermedades infecciosas o bióticas
- Enfermedades no infecciosas o abióticas

Enfermedades infecciosas o bióticas

Estas enfermedades son causadas por organismos vivos como hongos, bacterias, virus, fitoplasmas, nematodos, etc.

Enfermedades no infecciosas o abióticas

Las enfermedades no infecciosas o abióticas son aquellas ocasionadas por factores principalmente medioambientales o de manejo, los cuales pueden ser:

- Deficiencia o exceso de nutrientes
- Temperaturas elevadas o muy bajas
- Falta o exceso de luz
- Deficiencia o exceso de humedad en el suelo
- Toxicidad mineral
- Extremos de acidez o alcalinidad de los suelos
- Toxicidad de los plaguicidas
- Contaminantes atmosféricos
- Prácticas agrícolas inadecuadas en general

A continuación, se detallan las características de los patógenos que causan las principales enfermedades que atacan a las ornamentales en Lima Metropolitana. Para esto, las agrupamos de la siguiente forma:

- a) Patógenos que causan enfermedades foliares
- b) Patógenos que causan enfermedades de la madera
- c) Patógenos que causan enfermedades en las partes subterráneas de las plantas

a) Patógenos que causan enfermedades foliares

Las enfermedades foliares son aquellas que se producen en la parte aérea de las plantas; es decir, atacan a las hojas, tallos, brotes, botones florales, flores, frutos, etc., infectando, causando síntomas, esporulando (produciendo y expulsando esporas) y diseminándose hacia otras partes de la planta u otras plantas del cultivo.

Las enfermedades foliares son causadas mayormente por hongos. Son muy pocos los casos en donde se observan daños por otros agentes como las bacterias, más aún bajo las condiciones de clima de Lima Metropolitana. Estas enfermedades reciben nombres comunes según las características de los síntomas, signos que se observan o nombres de los géneros de hongos que lo producen. A continuación, describiremos las principales enfermedades foliares que se presentan en las ornamentales de Lima.

- **Oidiosis o cenicilla**

La oidiosis o cenicilla es una enfermedad causada por varias especies del hongo *Oidium* sp., un patógeno obligado, es decir que necesita de su hospedante para vivir y por ende no puede ser cultivado en medio de cultivo por ejemplo. El hongo presenta un micelio y estructuras que desarrollan sobre la superficie del tejido vegetal, especialmente las hojas, causando manchas foliares de color blanquecino a grisáceo sobre el haz de las hojas. En estados avanzados, produce encrespamiento, amarillamiento y necrosis del follaje, el cual puede pasar a los tallos, flores y frutos. Los brotes son los más atacados, pueden deformarse y producir una detención del crecimiento de la planta, sobre todo si esta es joven.

La oidiosis ataca a diversas especies de plantas. En Lima Metropolitana se observa frecuentemente ataques en arbustos como la rosa; en árboles es más frecuente en plantas jóvenes, sobre todo en vivero, como el molle costeño y serrano, eucalipto entre otros. También es frecuente observar el ataque en ornamentales como la hortensia y poinsetia (ver figuras 87-90).

- **Control**

Como en la mayoría de enfermedades de las plantas, es necesario tener en cuenta las condiciones ambientales y el manejo que se les da a las plantas, con la finalidad de corregirlos si favorecen al patógeno y desfavorecen a la planta. Debemos considerar que una epifitía (epidemia de las enfermedades de las plantas) aparece no solo por la presencia de la plaga y su hospedante (planta), sino que intervienen otros factores como el clima y el hombre (manejo), tal como se explicó en el tetraedro de la enfermedad. Por esto, el primer paso es analizar el entorno, el ecosistema donde desarrollan las plantas, para conocer los factores que pueden influir en la presencia de la enfermedad. Por ejemplo, podemos notar que hay un exceso de riego, clima muy caluroso, poca ventilación (invernadero), falta o exceso de fertilización, alta densidad de plantas, poca área de sustrato o suelo para las raíces, polución, compactación del suelo, etc., que provocan un estrés en las plantas, lo cual conlleva a un incremento de la susceptibilidad al ataque de los patógenos.

En las oidiosis, salvo en casos de plantas de vivero o plantas muy jóvenes en terreno definitivo, no es necesario intervenir debido a que los árboles o arbustos adultos pueden soportar muy bien la enfermedad. En caso de plantas jóvenes o plantones de vivero, al ser plantas de poco follaje y en pleno desarrollo, la limitada área foliar se deteriora rápidamente por el ataque del patógeno y se produce muerte de brotes, hojas jóvenes o follaje en general. Esto provoca finalmente que las plantas no crezcan como deberían. Para su control, se necesita evitar la alta densidad de plantas para disminuir la alta humedad ambiental, eliminar malezas que puedan ser fuente de inóculo permanente, evitar riegos pesados que incrementan la humedad ambiental, regar o asperjar las plantas con agua debido a que la oidiosis no desarrolla bien en lluvia o con presencia de agua en el follaje. En cuanto a productos químicos, el azufre es un producto muy usado en el control de esta enfermedad. Su aplicación tiene mayor efecto si se realiza antes del inicio de las infecciones.



Figura 87. Manchas foliares a causa de *Oidium* sp., en hojas de molle costeño



Figura 88. Manchas foliares a causa de *Oidium* sp., en hojas de rosa



Figura 89. Manchas foliares a causa de *Oidium* sp., en brácteas de poinsetia



Figura 90. Fuerte daño causado por *Oidium* sp., en hojas de hortensia

- **Roya**

Se denomina royas a aquellas enfermedades foliares que causan manchas (necrosis) en el haz y en el envés forman las características “pústulas”, erupciones en la epidermis que permiten la salida de las esporas del hongo. Estos hongos tienen varias fases. La fase Uredo produce “uredosporas” (esporas), que son generalmente de color anaranjado o amarillas. Es causada por patógenos pertenecientes al grupo de los basidiomicetos. Las royas son específicas para cada hospedante, es decir, atacan solo una o pocas especies relacionadas y no atacan a otros hospedantes. Las royas atacan tanto a plantas arbóreas, arbustos y plantas herbáceas ornamentales.

Las royas son enfermedades comunes entre las especies ornamentales, tanto en plantas herbáceas como arbustos y árboles de la ciudad. En Lima Metropolitana es frecuente en ciertas épocas del año la presencia de royas; entre estas, la que atacan al álamo y al sauce llorón. Ambas royas pertenecen al género *Melampsora*, pero son especies diferentes. También es habitual la presencia de la roya del rosal, causada por *Phragmidium mucronatum*. Cabe mencionar que las especies de royas son específicas para un hospedante o un grupo reducido de hospedantes (ver figuras 91-97).

- **Daños**

Las royas causan manchas foliares que finalmente provocan el deterioro (muerte) de las hojas o su defoliación, hasta causar la reducción del área foliar, por lo cual la planta se ve afectada en su crecimiento. Son enfermedades sumamente severas si las condiciones ambientales les favorecen o existe susceptibilidad del hospedante. En este último caso, en Lima y otras ciudades del país pueden observarse con facilidad los fuertes daños causados por la roya en el sauce llorón (*Salix babylonica*), susceptible a esta enfermedad, en comparación con el sauce común (*Salix humboldtiana*), que no muestra síntoma alguno, lo que indica la resistencia a la enfermedad.

- **Control**

El control de las royas es difícil, pero se evidencia un menor ataque de las plantas cuando estas mantienen un buen vigor por el buen manejo que se les da. Lo más recomendable es la aplicación de azufre cuando recién empieza la enfermedad. Si esto no tiene los mejores resultados, es posible usar de manera preventiva oxiclورو de cobre, fungicida protectante o tebuconazol, fungicida sistémico.



Figura 91. Hojas de sauce llorón fuertemente atacadas por roya



Figura 92. Hojas de sauce llorón con numerosas pústulas y esporas anaranjadas de roya



Figura 93. Hojas de rosa con necrosis foliar a causa del ataque de roya



Figura 94. Envés de foliolo de rosa con pústulas y esporas anaranjadas de roya



Figura 95. Hojas de álamo con necrosis foliar a causa del ataque de roya



Figura 96. Mancha foliar, pústulas y esporas en álamo a causada del ataque de roya (envés)



Figura 97. Haz de hoja de álamo mostrando necrosis foliar a causa del ataque de roya

- **Moho gris o Botrytis**

El hongo *Botrytis cinerea*, comúnmente llamado “moho gris”, es un patógeno necrotrófico que infecta a muchas especies de plantas en todo el mundo.

El moho gris no solo ataca a las flores, donde causa verdaderos problemas, sino también ocasiona manchas necróticas en tallos jóvenes, hojas y brotes. De igual forma, en almacén es sumamente importante, ya que origina muchos daños en frutos y semillas en almacenamiento. Asimismo, en viveros ataca plántulas, sobre todo cuando la humedad es muy alta. Para el caso de árboles, no es un problema en terreno definitivo, mas sí en vivero.

- **Control**

Para controlar esta enfermedad es necesario tener en cuenta que se presenta sobre todo con alta humedad relativa. Por ende, debemos manejar este factor en vivero con mayor ventilación a las zonas de las camas y en zonas abiertas como parques o jardines. También hay que evitar regar mojando el área foliar y las flores. Se debe podar anualmente para mantener la canopia (copa) despejada en plantas perennes y no tener densidades muy altas de plantas, lo cual mejora la circulación de aire y permite secar las plantas después de una lluvia o riegos. Las aplicaciones de fungicidas deben realizarse antes de la apertura de los botones florales, para asegurar que no se dañen las flores. La aplicación de azufre es una opción si es necesario realizar un control químico. Se debe evitar el uso excesivo de nitrógeno en la fertilización de primavera, porque el hongo rápidamente infecta los tejidos suculentos en desarrollo.

- **Manchas foliares**

Existen diversas manchas foliares que atacan a varias especies de árboles en la ciudad de Lima. Aunque no son de mucha importancia económica, causan cierto deterioro del follaje en ciertas épocas del año. Los mayores ataques se observan en árboles de eucalipto; varios patógenos del grupo de los hongos causan estos síntomas. Entre los patógenos reportados en Lima tenemos a *Phyllosticta* sp., *Cercospora* sp. y *Pestalotiopsis* sp. En otros hospedantes ornamentales de flor, se reporta frecuentemente *Alternaria*, hongo saprófito generalmente, pero bajo ciertas condiciones favorables de clima y hospedante se comporta como patógeno y causa manchas foliares.

- **Control**

Es importante mencionar que muchas de estas manchas foliares no representan mayores problemas en árboles adultos, por lo que no es necesario realizar actividades de manejo. Lo que sí es necesario es mantener un buen manejo de las plantas, mediante una correcta fertilización, riegos y manejo cultural.

- b) Patógenos que causan enfermedades a la madera y el fuste en árboles**

- **Pudriciones de madera**

Uno de los problemas fitosanitarios más importantes en la ciudad de Lima son las pudriciones de madera causadas por hongos del grupo de los basidiomicetos. Son importantes no solo por el daño que causa a los árboles en la ciudad, sino porque provoca la caída frecuente de los árboles, lo que causa daños a los peatones y la propiedad pública y privada.

Los patógenos reportados en la ciudad de Lima como causantes de las pudriciones de madera son *Ganoderma australe* e *Inonotus rickii*. Ambos patógenos causan la pudrición de la madera, al alimentarse principalmente de la celulosa y lignina, por lo que convierten la madera en una estructura porosa, fofa. Destruyen la resistencia y dureza que tiene, y el fuste pierde la capacidad de resistir el peso de la copa, al punto que el árbol cae o se fractura.

Ganoderma australe es un patógeno que ataca principalmente al fuste en su parte baja y media, hasta causar la pudrición de madera. La infección se produce a través de las esporas que caen directamente en la madera expuesta y no pueden infectar a través de la corteza. Meses o años después que los árboles han sido infectados, la enfermedad produce “cuerpos fructíferos” o “basidiocarpos” (estructuras sexuales que producen las esporas), que emergen desde el interior del fuste, en forma de platos de color marrón y de consistencia dura. Estos basidiocarpos, una vez maduros, producen las esporas que vuelan con el viento y caen sobre la madera expuesta en donde inician nuevamente una infección del árbol. Las especies más atacadas en la ciudad de Lima, son la ponciana, ficus, paca, acacia, molle y sauce.

Inonotus rickii es otro patógeno importante, causante de pudriciones de madera en Lima. Ataca con mayor frecuencia en la parte alta y media del fuste y las ramas de los árboles. La infección y los daños causados a los árboles son similares a las que se ocasionan por *Ganoderma*. En este caso, el patógeno produce como cuerpo fructífero un “clamidocarpo”, estructura similar al de *Ganoderma*, pero con naturaleza suave al inicio, de coloración amarillo anaranjada, de forma semicircular, con exudados a manera de gotas color miel sobre la superficie. Posteriormente, cuando madura, se torna marrón oscuro y se va desintegrando con el tiempo, hasta volverse una estructura polvorienta que al tacto se deshace fácilmente. El hongo forma estos cuerpos fructíferos varias veces durante el año. La enfermedad es encontrada con frecuencia en Lima en sauce, palo verde, inga, molle serrano y, en menor grado, en ceibo y tulipán africano (ver figuras 98-108).

- **Control**

El control de esta enfermedad no es posible, por lo que la prevención es la única alternativa a la misma. Es sumamente necesario cubrir con fungicidas las heridas o cortes de podas, con la finalidad de evitar que el patógeno ingrese a los árboles. Los ejemplares con pudrición de madera o presencia de cuerpos fructíferos (que nos da una idea de lo avanzado de la pudrición interna), deben ser evaluados permanentemente y considerar si es posible mantenerlos, debido al riesgo de su caída y, por ende, el riesgo para las personas y bienes materiales de la comunidad. Una alternativa es bajar la copa a los árboles enfermos para disminuir el peso o colocar soportes al fuste o sus ramas, teniendo en cuenta los costos que esto significa. No se debe olvidar que, si bien podemos mantener árboles enfermos por su importancia en las áreas verdes, este **constituye un foco infeccioso para otros árboles**, por lo que, si tratamos de mantener un árbol enfermo, podemos ser causantes de la infección y muerte de varios otros árboles en la ciudad.



Figura 98. Árbol de ficus con abundantes basidiocarpos de *Ganoderma australe*



Figura 99. Basidiocarpos de *Ganoderma australe* sobre base de fuste de ponciano



Figura 100. Basidiocarpo maduro de *Ganoderma australe* sobre fuste de molle serrano



Figura 101. Basidiocarpo de *Ganoderma australe*. Izq.: maduro, Der.: Inmaduro, sobre fuste de ficus



Figura 102. Basidiocarpo de *Ganoderma australe*, mostrando las partes principales de su morfología

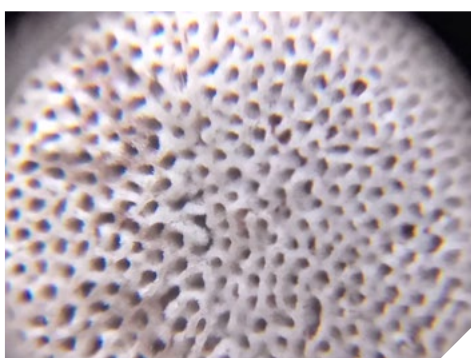


Figura 103. Microfotografía de capa de poros de basidiocarpo de *Ganoderma*



Figura 104. Arriba: tubos del himenio y abajo: capa de poros en corte transversal de basidiocarpo de *Ganoderma australe*



Figura 105. Tocón de ficus con alta proliferación de basidiocarpos de *G. australe*, debido a la no extracción total del árbol



Figura 106. Clamidocarpo de *Inonotus rickii* en árbol de pacae



Figura 107. Clamidocarpo maduro de *Inonotus rickii*, sobre fuste de molle costeño



Figura 108. Clamidocarpo maduro polvoriento y degradado de *Inonotus rickii*, sobre fuste de molle serrano

- **Enfermedades del fuste**

En la ciudad de Lima, la enfermedad del fuste que causa mayores daños en las especies arbóreas es el que se observa en los eucaliptos. En Lima, la especie de eucalipto más abundante es *Eucalyptus camaldulensis*, la cual viene siendo atacada por la enfermedad conocida como “**cancro del eucalipto**”, causada por el hongo *Chrysosporthe cubensis* (ver figuras 109-112).

El hongo provoca en la corteza de la base del fuste, agrietamientos, hinchamiento, pudrición, exudación y cambio en la coloración, observándose finalmente la muerte del árbol o su fractura a nivel del daño en la base. El síntoma de “cancro”, que sirve para nombrar a la enfermedad, no es precisamente el síntoma más común en los árboles enfermos. La madera también es fuertemente afectada, puede estar delimitada por una zona de color marrón rojizo oscuro, produciéndose gomosis en los tejidos afectados.

El hongo se transmite principalmente a través de la dispersión de esporas por salpicaduras de agua y por micelio del hongo en las raíces. La infección está asociada con heridas, ya sea por podas o daños naturales o accidentales. Las raíces heridas pueden infectarse al igual que el tejido del tallo. Finalmente, la enfermedad termina matando al árbol o este se quiebra en la base o cae desde sus raíces. En Lima, esta enfermedad ha venido diseminándose con los años y ha afectado a muchos árboles en la ciudad, debido, en parte, por la no eliminación de árboles enfermos, lo que provoca el contagio permanente a las demás poblaciones de árboles de la ciudad.

- **Control**

No existe cura o tratamiento para esta enfermedad, por lo que las acciones deben enfatizarse en la prevención. La mejor medida de manejo es la eliminación de los árboles enfermos para evitar que la enfermedad se propague a otros árboles, pero de mantenerse el árbol, puede bajarse la copa para disminuir el peso y colocar soportes que eviten que el árbol se fracture o caiga. Se recomienda, además, realizar periódicas evaluaciones del arbolado de eucalipto con la finalidad de detectar casos iniciales o avanzados para proceder a su eliminación o manejo. Cada árbol afectado emite constantemente esporas al ambiente, lo cual constituye un medio de diseminación de la enfermedad, por lo que mantener un árbol enfermo constituye provocar que toda la población se infecte y termine muriendo.



Figura 109. Población de árboles de *E. camaldulensis* atacados por cancro. Obsérvese las bases de los fustes con el daño



Figura 110. Síntoma inicial (rajaduras) del cancro del eucalipto en *E. camaldulensis*



Figura 111. Síntoma avanzado de cancro del eucalipto en *E. camaldulensis*



Figura 112. Árbol joven de *E. camaldulensis* muerto por ataque de la enfermedad del cancro. Obsérvese que el árbol de atrás también tiene síntomas de rajaduras por el cancro

c) Patógenos que causan enfermedades en las plantas subterráneas de las plantas

Las enfermedades radiculares o de las partes subterráneas de las plantas ornamentales en Lima son causadas por patógenos del suelo, pertenecientes al grupo de los hongos. Las bacterias u otros organismos están más asociados a las pudriciones en vivero o camas almacigueras, aunque aquí también son raros y son predominantes los ataques por hongos.

Los patógenos de suelo generalmente no causan epidemias, lo que en patología vegetal se denomina “epifítia”, a diferencia de las enfermedades de la parte aérea, que con el factor viento pueden provocar grandes epifítias en corto tiempo. Esto no quiere decir que las enfermedades radiculares no sean importantes. Al contrario, son muy agresivas con las plantas, causan enfermedades importantes y son difíciles de controlar a diferencia de las enfermedades aéreas.

En la ciudad de Lima, las enfermedades radiculares son frecuentes en diversos tipos de plantas ornamentales, sobre todo en plantas de estación y anuales, así como en vivero. En árboles no se presentan problemas de importancia.

Uno de los principales agentes que causa enfermedades en las plantas ornamentales en Lima es *Fusarium oxysporum*, hongo ampliamente distribuido en todos los suelos del mundo. Este patógeno tiene una amplia gama de hospedantes, sobre todo ornamentales herbáceas, los cuales ataca en muchos casos con la ayuda de nematodos, especialmente de *Meloidogyne incognita*, conocido como “nematodo del nódulo”. Es igualmente muy común observar daños de este hongo en plántulas de vivero y en camas almacigueras. Respecto a esto, conjuntamente con *Pythium* y *Phytophthora* (organismos pertenecientes al reino Cromistas, antes ubicados en el reino Fungi) y *Rhizoctonia* sp. (Hongo), causan las famosas “chupaderas” en plántulas en vivero.

Estos patógenos atacan las raíces, al necrosarlas y finalmente matarlas (síntoma primario), lo que provoca a su vez en la parte aérea la famosa “marchitez”, (síntoma secundario).

Otro patógeno importante en plántulas de vivero y en plantas jóvenes en campo es la presencia del hongo *Ilyonectria* sp. (antes considerado como el género *Cylindrocarpon* sp.). Este hongo ataca muchas especies de árboles. En Lima se ha detectado en eucalipto, y ha causado la enfermedad conocida como “pie negro”.

- **Control**

El control se basa en el manejo agronómico de las áreas verdes, desde la prevención en vivero, con buena semilla, de buena calidad sanitaria y suelos estériles o con baja carga de patógenos. Las plantas que salen de vivero deben ser seleccionadas y solo ir a las áreas verdes si se encuentran en buen estado de salud, incluyendo la buena formación de raíz. Deben evitarse tajantemente las raíces con “cola de chanco”, que predisponen a las plantas a enfermedades radiculares en el futuro. Ya en terreno definitivo, los riegos deben ser manejados adecuadamente. El agua es un factor crucial en la aparición de enfermedades radiculares, si este es excesivo. Algunas veces se puede controlar estas enfermedades solo con el manejo del agua. Asimismo, es necesario un buen manejo cultural, que permita tener plantas fuertes, con buen desarrollo radicular, que pueda soportar por sí mismo el ataque de los patógenos.

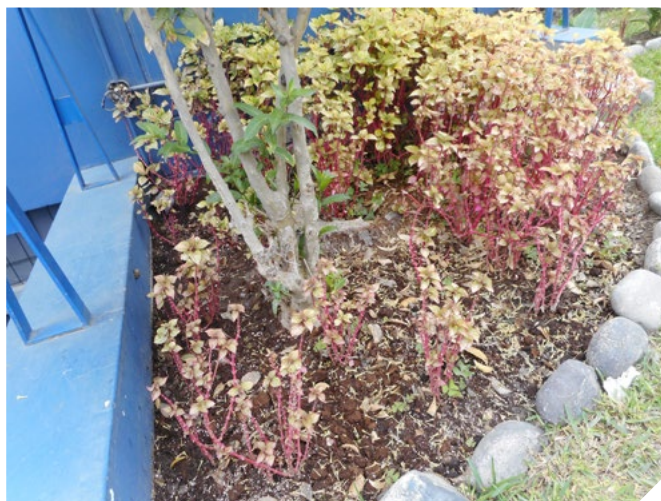


Figura 113. Plantas de *Iresine herbstii* atacadas por *Fusarium oxysporum*.
Obsérvense abajo a la izquierda los síntomas más avanzados



Figura 114. Plantas de *Iresine herbstii* atacadas por *Fusarium oxysporum*.
Obsérvese el área radicular casi destruida



Figura 115. Raíces de *Iresine herbstii* destruidas por ataque de *Fusarium oxysporum*

MÓDULO

10

Riego de áreas verdes



MÓDULO

10

Riego de áreas verdes

La ciudad de Lima presenta pocas precipitaciones pluviales al año, ya que está ubicada en una zona de desierto tropical. Por ella discurren tres ríos estacionales: Rímac, Lurín y Chillón, los cuales conforman un gran delta. Esto exige y condiciona el planteamiento del riego oportuno y adecuado en las áreas verdes urbanas, con el fin de emplear eficientemente los escasos recursos hídricos.

La escasez de agua en Lima Metropolitana es una realidad a la cual se enfrentan cada día sus amplios parques y jardines, y tiene como consecuencia el elevado costo de los diferentes sistemas de riego.

La Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), en el estudio Plan de Espacios Abiertos e Infraestructura Ecológica (PEAIE 2015), estimó que, en 2014, el área verde útil habilitada para riego, en los 43 municipios distritales de Lima, acumulaba 2715 ha, y que la demanda de agua asociada, considerando los sistemas de riego vigentes, alcanzaba los 2361 l/s.

Las mejores alternativas con las que cuentan los municipios como fuente de abastecimiento de agua son las siguientes:

- El río Rímac (en una proporción mayor al 50 %), a través de los canales Surco y Huatica, por donde pasan las aguas producto del proceso de potabilización. Las aguas de los ríos Chillón y Lurín se destinan, principalmente, al uso poblacional y agrícola.
- Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) públicas y privadas (20 % de participación). En su mayoría, provienen de la PTAR San Bartolo (Lurín), la PTAR Huáscar y Parque Zonal 26 (Villa El Salvador) y la PTAR San Juan (San Juan de Miraflores). Su uso se realiza en el marco de convenios de prestaciones recíprocas entre la MML y Sedapal, los cuales permiten a los municipios captar parte de los efluentes tratados y usarlos en el riego de áreas verdes, mediante camiones cisterna.
- El agua potable, suministrada por una conexión domiciliaria de Sedapal, y los camiones cisterna, que recogen el agua de pozos municipales o privados de los valles del Chillón y Lurín (casi el 30 % restante). En ambos casos, los costos involucrados son comparativamente mayores que los de las fuentes anteriores (ANA, 2018).

Si se desea reducir el consumo de agua en la región metropolitana, se deben utilizar recursos pétreos en el diseño de las áreas verdes, tales como piedras, ladrillos y cuarzo, en combinación con plantas, lo que añade un componente decorativo (INAPMAS, 1998).

De esta manera, no se requiere de un área verde totalmente alfombrada de pasto, que implicaría elevados requerimientos de agua (INAPMAS, 1998).

Contar con un área verde que consuma una menor cantidad de agua no significa limitar la presencia de plantas, sino combinar armoniosamente y seleccionar correctamente el tipo de vegetación adecuado para cada lugar. Se recomienda plantar las especies locales que brinden mayores servicios ambientales para la ciudad y requieran una menor cantidad de agua, como cactáceas, suculentas, tipas, palo verde, césped peruano, etc., tal y como se puede observar en la figura 1 (INAPMAS, 1998).

Otro aspecto importante para considerar en la reducción del agua es el tipo de riego que se realiza en los parques y jardines. En Lima Metropolitana, la mayoría de los distritos emplea el riego por inundación, un riego tradicional, aunque poco tecnificado, el cual consiste en aportar a las plantas, de manera homogénea, un volumen total de agua. Este tipo de riego por percolación requiere grandes cantidades de agua y puede ser reemplazado, solo si es necesario, por otros sistemas como los de aspersion y goteo, los cuales distribuyen mejor el recurso hídrico de manera superficial.

El riego es fundamental después de la plantación. Probablemente, mueren más árboles jóvenes por falta de agua que por otra causa. Los árboles recién plantados necesitan más agua, porque sus raíces son todavía superficiales y toman la humedad de las capas superiores del suelo, que se secan más rápidamente.

Los árboles, después de varios años, cuando ya están bien establecidos y han echado raíces profundas, son más capaces de enfrentarse a condiciones secas o incluso a la sequía, ya que encuentran humedad en las capas más profundas del suelo.



Figura 1. Jardín xerófito con bajo consumo de agua

1. El agua y la jardinería

El agua es considerada un componente estructural y de decoración en un jardín. Su uso es evidente en fuentes, cascadas, surtidores, entre otros; al mismo tiempo, también es un elemento imprescindible para el mantenimiento de las plantas. Por otro lado, participa en procesos básicos como la nutrición, la regulación de la temperatura o el transporte de sustancias. El riego es una tarea básica en el mantenimiento de un jardín (Rodríguez *et al.*, 2003).

Según Rodríguez *et al.* (2003), en la actualidad existen muchos jardines públicos y privados donde se aplican sistemas de riegos tradicionales, como el riego por inundación, el cual requiere de una manguera para trasladar agua a pie o proveniente de un canal de regadío.

Esta práctica, por lo general, suministra a las plantas una mayor cantidad de agua que la que realmente necesitan. Si se añade, además, la utilización de especies con requerimientos hídricos muy altos, el consumo de agua puede alcanzar cifras muy elevadas, que son incluidas en los costos de arbitrios por áreas verdes en todos los distritos, aunque resultan de difícil cuantificación (Rodríguez *et al.*, 2003).

Otra causa del alto consumo de agua en parques y jardines públicos es el manejo y mantenimiento inadecuado de los equipos que conforman los sistemas de riego, debido a su antigüedad o baja calidad (Rodríguez *et al.*, 2003).

Asimismo, en otras situaciones se presentan problemas relacionados con la homogeneidad del riego, a consecuencia de una inadecuada selección del sistema utilizado o las falencias en el diseño de la red, lo que origina la superposición inadecuada de los aspersores o una mala organización de los emisores en los sistemas de riego localizado. Esto, a su vez, implica una alta inversión económica para su modificación o reparación (Rodríguez *et al.*, 2003).

A nivel práctico, la jardinería no tiene como principal objetivo obtener rendimientos, sino la subsistencia y la belleza o estética de la vegetación, por lo cual es elemental adoptar prácticas que contribuyan a disminuir el consumo excesivo de agua a cantidades que aseguren su mantenimiento en estado óptimo (Rodríguez *et al.*, 2003).

Como medidas se destacan la adopción de sistemas de riego eficientes en áreas verdes ubicadas encima de las cotas de las tomas y los canales de regadío; determinar la demanda de agua de las plantas ubicadas en el jardín; regar al finalizar el día o durante la noche para evitar la evaporación del agua; practicar el riego deficitario, que consiste en suministrar un volumen de agua inferior al necesitado, pero suficiente para la subsistencia de la vegetación; y el diseño de jardines que consuman de manera óptima el agua (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 2. Sistema de riego por goteo en área verde

2. Diseño de jardines eficientes en el uso del agua. Hidrozonas

El diseño de un jardín que utilice de manera eficiente el agua debe apuntar hacia un control que permita optimizar su uso, lo cual se traducirá en ahorro. En ese sentido, es necesario realizar una serie de estudios previos del terreno referentes a la calidad del suelo, la calidad del agua destinada para el riego de las plantas y las condiciones climáticas del lugar (precipitación). Con esta información, se seleccionará las especies adecuadas para el jardín, el sistema de riego óptimo que satisfaga sus necesidades y los controles de manejo que eviten la pérdida del recurso hídrico por filtración profunda, escorrentía o evaporación. Asimismo, antes del diseñar el jardín, se deben realizar estudios que recopilen información sobre las condiciones del terreno, su topografía, los drenajes, la vegetación y la infraestructura existente (Rodríguez *et al.*, 2003).

Existen diversos aspectos que permiten asegurar el uso óptimo del agua en un jardín. Los dos más importantes son el cálculo de la demanda hídrica, según las especies vegetales elegidas, y el control del consumo efectivo de agua a través de medidores. El diseño del área verde determina en gran medida su consumo de agua, debido a que, por ejemplo, la combinación de especies con requerimientos hídricos distintos en un espacio común ocasiona el suministro de cantidades de agua por encima de las necesidades de algunas de ellas, lo que además de originarles problemas fisiológicos supondrá un consumo superior al realmente necesario (Rodríguez *et al.*, 2003).

Por ello, uno de los factores esenciales del diseño de un jardín eficiente en cuanto al uso del agua es su correcta separación en áreas con requerimientos hídricos semejantes, también llamadas “hidrozonas”, sin dejar de considerar otros aspectos tan importantes como la estética, la funcionalidad o el estilo paisajístico que el propietario, público o privado, desee darle (Rodríguez *et al.*, 2003).

3. División del jardín en áreas de requerimientos hídricos similares

Desde el punto de vista de una gestión eficiente del agua destinada para riego, es incorrecto tratar a los jardines como áreas que presentan una demanda de agua homogénea, ya que las especies que albergan son diversas y presentan diferentes necesidades. Para asegurar la optimización en el uso del agua, se debe separar el jardín en zonas hídricas, contemplar información sobre la demanda hídrica según el tipo de especie, así como sus requerimientos de iluminación y mantenimiento, y la necesidad de uso. Respecto de la ubicación y las características de cada zona hídrica, estas deben determinarse según las condiciones topográficas del terreno y el estilo del jardín, a fin de no alterar su estética (Rodríguez *et al.*, 2003).

De igual forma, en la distribución de las diversas especies que conforman la zona hídrica, se deben combinar la forma, la coloración y la textura de las plantas, a fin de lograr el objetivo trazado. De acuerdo con estos componentes, se pueden considerar tres tipos de áreas en relación con el consumo hídrico: alto, moderado y bajo. Esto permitirá el suministro de la cantidad de agua necesaria para el óptimo desarrollo de las plantas y facilitará en gran medida el riego (Rodríguez *et al.*, 2003).

3.1. Hidrozona de alto consumo de agua

Es la zona que presenta un mayor uso y valor estético, razón por la cual debe estar vinculada a jardines con suministros ilimitados, porque alberga especies cuya demanda hídrica es elevada. En los jardines privados, la hidrozona principal, que agrupa comúnmente a las plantas de sombra, se ubica muy próxima al hogar, a fin de brindarle una mayor frescura e, independientemente de la privacidad o no del jardín, coincide con la parte más visible; por ejemplo, áreas de acceso, de descanso, paseos, etc. (ver figura 3) (Rodríguez *et al.*, 2003).

3.2. Hidrozona de moderado consumo de agua

Esta zona alberga especies cuya demanda hídrica es media o moderada. Usualmente, son destinadas para definir espacios dentro de un jardín, mediante el uso de especies leñosas como arbustos, flores o bulbos con una demanda hídrica media (Rodríguez *et al.*, 2003). Se pueden usar plantas semiperennes y perennes (Ávila Alabarces y Rodríguez, 2003).

3.3. Hidrozona de bajo consumo de agua

Esta zona alberga especies que tienen la capacidad de subsistir a suministros de agua escasos o nulos, por lo que suele incluir especies nativas (Rodríguez *et al.*, 2003).

En muchos casos, se ubica en zonas alejadas de los edificios, tales como estacionamientos, alineaciones viales, entre otros. A este grupo pertenecen las plantas cactáceas o xerófilas (Ávila Alabarces y Rodríguez, 2003).



Figura 3. Jardín privado con áreas mixtas

4. Estudio de microclimas generados en cada zona

Las condiciones del ambiente donde se sitúa un jardín deben ser estudiadas y consideradas al momento de diseñarlas. Factores como la temperatura, la humedad, la velocidad del viento o la radiación solar serán condicionantes para la selección de especies, su orientación y ubicación dentro del jardín (Rodríguez *et al.*, 2003).

Es importante resaltar que, en una misma zona climática, pueden presentarse áreas con diversas condiciones ambientales, llamadas microclimas, las cuales también deberán ser consideradas en el diseño de un jardín. El microclima principal de cada zona del jardín puede modificarse a través de métodos de diseño sencillos (Rodríguez *et al.*, 2003).

Por ejemplo, para evitar la radiación solar excesiva y proporcionar sombra en un lugar determinado se puede optar por sembrar especies arbóreas o jugar con la orientación que presentan las infraestructuras o edificaciones de la zona (ver figura 4). Por otro lado, si lo que se busca es reducir la velocidad del viento o favorecer a su circulación, se puede optar por el uso de barreras naturales o artificiales (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 4. Jardín con árboles que modifican microclimas con su sombra

5. Elección de las especies adecuadas

Las plantas representan un componente irremplazable en un jardín. Uno de los pasos esenciales al diseñar un jardín es la elección de las especies que lo integrarán, debido que de ello dependerá su subsistencia ante situaciones de falta de agua, lo cual es muy frecuente en Lima Metropolitana. Antes de esta selección, se necesita conocer las condiciones climáticas del lugar, principalmente su régimen hídrico, así como la demanda hídrica de las especies y las características del suelo. Contar con un jardín eficiente significa haber fusionado el valor estético con los requerimientos de las plantas para completar su desarrollo, forma, textura y coloración. Por otro lado, para que una determinada especie integre el futuro jardín, deberá adaptarse a las condiciones ambientales que presenta el lugar y tener un consumo eficiente del agua (Rodríguez *et al.*, 2003).

Las plantas locales son las más recomendadas por presentar un bajo consumo hídrico, lo cual no es una limitante para que el propietario pueda integrar otras especies que considere necesarias; sin embargo, su éxito dependerá de la recreación de su hábitat natural dentro del jardín (Rodríguez *et al.*, 2003).

Por ejemplo, si se emplea césped, se deben elegir aquellas variedades que requieran de una menor cantidad de agua. De esta manera, con un correcto manejo del agua de riego, es posible obtener un césped de calidad. Además, se debe tomar en cuenta su localización dentro del jardín, separándola de otras plantas con requerimientos hídricos distintos y limitándola a los espacios donde presenten una mayor funcionalidad, como en zonas de pendiente, para prevenir la erosión, o en áreas de recreación (Rodríguez *et al.*, 2003).

6. Calidad de las aguas urbanas para riego de áreas verdes

La calidad de las aguas residuales de los centros urbanos depende de dos factores, el primero es la calidad de agua abastecida y el segundo es el tipo de residuos que se adicionan durante su uso. El agua residual urbana está compuesta por un 99,9 % de agua y el 0,1 % de residuos (orgánicos, inorgánicos y biológicos), los cuales deben ser eliminados a través de procesos de depuración (Rodríguez *et al.*, 2003).

Una de las principales características por tener en cuenta respecto del agua destinada al riego es el contenido total de sólidos que transporta, los cuales pueden ser orgánicos o inorgánicos, y estar suspendidos, disueltos o flotando (Rodríguez *et al.*, 2003).

La cantidad total de sólidos (principalmente, la cantidad total de sólidos en suspensión) debe reducirse por completo, porque no solo provocan obstrucciones en los emisores de riego, sino que también generan problemas de aireación y penetración del agua en los suelos (Rodríguez *et al.*, 2003).

Como se mencionó, las aguas residuales pueden contener materia orgánica. Para calcular su contenido es necesario analizar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es decir, la cantidad de oxígeno (mg/L) necesaria para que los microorganismos oxiden bioquímicamente la materia orgánica del agua en un periodo determinado (generalmente, 5 días: DBO5). Este indicador señala, indirectamente, la concentración de materia orgánica biodegradable en el agua. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, el proceso de depuración de la DBO debe reducirse entre un 70 % y un 90 % (Rodríguez *et al.*, 2003).

Por otro lado, para realizar la caracterización de los compuestos inorgánicos presentes en las aguas residuales, se analiza el valor del pH; el contenido en nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), ya que en altas cantidades pueden contaminar las aguas subterráneas; el contenido de sales solubles (bicarbonatos, sulfatos, cloruros) y de iones (sodio, boro, entre otros), los cuales deben encontrarse en niveles óptimos para no ocasionar problemas de salinidad; los elementos traza, como los metales pesados, que pueden ser perjudiciales para la salud de las personas, animales y plantas; y el cloro residual, que en exceso puede ocasionar quemaduras en las hojas (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 1. Niveles umbral de oligoelementos en los cultivos

Elemento	Concentración máxima recomendada (mg/l)	Elemento (mg/l)	Concentración máxima recomendada	Elemento mg/l	Concentración máxima recomendada (mg/l)
Aluminio (Al)	5,0	Cobre (Cu)	0,20	Níquel (Ni)	0,20
Arsénico (As)	0,1	Flúor (F)	1,0	Plomo (Pb)	5,0
Berilio (Be)	0,1	Hierro (Fe)	5,0	Selenio (Se)	0,02
Cadmio (Cd)	0,01	Litio (Li)	2,5	Vanadio (V)	0,10
Cobalto (Co)	0,05	Manganeso (Mn)	0,20	Zinc (Zn)	2,0
Cromo (Cr)	0,10	Molibdeno (Mo)	0,01		

Fuente: Pescod, M. B. (1992)

Los residuos biológicos que pueden encontrarse en las aguas residuales son microorganismos patógenos, como virus, bacterias y parásitos (protozoos y helmintos), los cuales causan diversas enfermedades (Rodríguez *et al.*, 2003).

La identificación de microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales se puede realizar a través de diversas técnicas. La más común es el conteo de organismos asociados con los patógenos, tales como los coliformes fecales (CF/100 ml) o los nematodos intestinales (huevos/litro; Rodríguez *et al.*, 2003).

Otras propiedades físicas que determinan la calidad de las aguas residuales son el color y el olor, los cuales, luego de haber pasado un proceso de depuración (es decir, la eliminación de contaminantes presentes), deben parecerse a cualquier agua procedente de otro sistema de captación, todo ello con el fin de evitar alguna incomodidad a nivel social (Rodríguez *et al.*, 2003).

7. Tratamiento de las aguas residuales

Los municipios que tienen planificada la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales o ya cuentan con una están obligados a realizar un tratamiento primario y secundario para sus aguas residuales, en cumplimiento de la normativa vigente (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 19).

A nivel de Lima Metropolitana, la planta de tratamiento de aguas residuales más grande es la PTAR Aguas del Callao, con una capacidad de producción de 2000 m³/día. Esta abastece de agua residual tratada, mediante camiones cisterna, a la provincia del Callao. La sigue la PTAR Parque Juan Pablo II (800 m³/día) que, mediante riego tecnificado, abastece a varios parques del distrito de San Miguel.

Luego se encuentran la PTAR Izaguirre (780 m³/día), que abastece a la berma central del cruce entre la avenida Izaguirre y la Panamericana; la PTAR Parque María Reiche (750 m³/día), que provee riego tecnificado a las áreas verdes de los malecones de la Marina, la Reserva, Cisneros, etc.; y la PTAR San Isidro (600 m³/día), que abastece a más del 80 % de parques y avenidas del distrito de San Isidro, mediante el riego por gravedad, tecnificado y con cisterna.

Estas plantas de tratamiento eliminan los residuos contaminantes para obtener un agua lo más similar posible a la suministrada por cada municipio. Con ello se reducen la contaminación y los problemas de eutrofización de los cauces naturales, cuando son vertidas, y se obtiene agua que puede ser reutilizada cumpliendo los requisitos de calidad exigidos (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tratar aguas residuales, de una manera planificada y adecuada, genera enormes beneficios, como los siguientes (Empresas Andinas, 2017):

- Evita el agotamiento del oxígeno que produce la contaminación en el agua.
- En regiones áridas o semiáridas, donde el agua es escasa, esta puede reutilizarse.
- Permite la recuperación de áreas áridas que están en peligro de desertificación, mediante riegos y fertilización.
- Reduce el depósito de materia orgánica en los ríos.
- Reduce la carga microbiológica.
- Permite que se conserven los espacios ecológicos y se mantenga la capacidad de reproducción del ecosistema.

Asimismo, Empresas Andinas (2017) señala como principales fuentes de aguas residuales las siguientes:

- Aguas domésticas o urbanas
- Aguas residuales industriales
- Aguas de usos agrícolas
- Aguas pluviales

Rodríguez *et al.* (2003) mencionan que, de manera general, los diferentes tratamientos eliminan los sólidos de las aguas residuales en la siguiente proporción:

- **Tratamiento preliminar.** Elimina las partículas con un tamaño mayor a 0,2 mm.
- **Tratamiento primario.** Excluye la materia flotante y los sólidos en suspensión. Reduce la DBO en un 25 %-50 %; los sólidos en suspensión, en un 50 %-70 %; las grasas, en un 65 %; y elimina parte de los metales pesados, el nitrógeno y el fósforo.
- **Tratamiento secundario.** Consigue remover hasta un 85 %-95 % de la DBO y de los sólidos en suspensión, así como la mayor parte de los metales pesados.

Después del tratamiento secundario, y según el uso posterior que se le dé al agua, se puede llevar a cabo un tratamiento adicional para eliminar otros componentes que aún permanezcan en ella. Si existe contacto entre las aguas residuales tratadas y las personas, como ocurre en los espacios públicos (parques y jardines), se sugiere realizar un proceso de desinfección adicional, a fin de eliminar los microorganismos patógenos. Existen diversas técnicas para la eliminación de los patógenos presentes en las aguas residuales, a través del uso de radiación (ultravioleta, gamma o microondas) o mediante el uso de productos químicos, como cloro u ozono (Rodríguez *et al.*, 2003).

Con respecto a los procesos de desinfección de aguas residuales, se debe prestar especial atención a la desinfección con cloro, ya que existen cultivos sensibles a este elemento, mientras que la desinfección con ozono no es la más utilizada debido a su alto costo. Es importante resaltar que los procesos mencionados no eliminan por completo los microorganismos patógenos en las aguas residuales tratadas, pero sí disminuyen su número a cantidades mínimas (Rodríguez *et al.*, 2003).

Para cumplir los estándares de calidad de agua, según el ámbito de riego, se debe cumplir con lo establecido en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua y establece disposiciones complementarias.

Según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, el tipo de agua utilizada para el riego de las áreas verdes públicas corresponde a la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, la cual se detalla a continuación:

a. Subcategoría D1: Riego de vegetales

Según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA), son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales y que, según factores como “el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas”, pueden ser para riego no restringido o restringido.

Agua para riego no restringido

Según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) son “aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (por ejemplo, hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo”.

Tabla 2. Parámetros de agua para riego de vegetales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Físico-químicos				
Aceites y grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2500		5000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5

Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5-8,5	6,5-8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1 000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo total	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,05
Zinc	mg/L	2	24
Orgánico			
Bifenilos policlorados			
Bifenilos policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045
Plaguicidas			
Paratión	µg/L	35	35
Organoclorados			
Aldrín	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7

Dicloro difenil tri-cloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptaclo y heptacloro epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
Microbiológicos y parasitológico				
Coliformes termo-tolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM

(a) Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de filtración simple.

(c) Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, solo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius con respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

8. Necesidades hídricas del jardín

Una pequeña porción del agua absorbida por las plantas es retenida para usarse en los procesos de crecimiento y en la fotosíntesis; el resto se pierde por transpiración y, adicionalmente, se produce una evaporación de agua a la atmósfera desde las capas más superficiales del suelo (Rodríguez *et al.*, 2003).

“La cantidad de agua empleada en los procesos de transpiración y evaporación suele considerarse de manera conjunta por la dificultad de calcularla por separado” (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 32). Ambos procesos, en conjunto, son denominados evapotranspiración (ET) y se estima que este valor representa las necesidades de agua de las plantas de un área verde (Rodríguez *et al.*, 2003).

Debido a que la evapotranspiración (ET) depende del clima y el tipo de planta, para calcularlo se multiplica la evapotranspiración de referencia (ET_r) —valor que representa el clima— por el coeficiente de cultivo (K_c) —valor que representa a la planta—. Normalmente, la ET se expresa en milímetros de altura de agua evapotranspirada por día (mm/día) (Rodríguez *et al.*, 2003):

Evapotranspiración (ET) = Evapotranspiración de referencia (ETr) x Coeficiente de cultivo (Kc)

No obstante, según Rodríguez *et al.* (2003), existen diferentes factores que dificultan el cálculo de la ET de la manera antes indicada. Estos factores son los siguientes:

- Las hidrozonas o zonas de riego en las que se podría dividir un jardín
- La densidad de plantación variable de acuerdo con las especies existentes
- Los diferentes microclimas que se crean en el jardín

Por ello, para calcular la ET de un jardín, se debe considerar una serie de coeficientes distintos al coeficiente de cultivo (Kc) y que son englobados en el denominado "coeficiente de jardín" (Kj), que se explicará con mayor detalle más adelante (Rodríguez *et al.*, 2003).

Evapotranspiración (ET) = Evapotranspiración de referencia (ETr) x Coeficiente de jardín (Kj)

8.1. Evapotranspiración de referencia (ETr)

Este parámetro se estima a partir de los valores obtenidos en un cultivo tipo, mantenido en condiciones de humedad óptimas. El valor puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales del lugar, como radiación solar, temperatura y humedad (Rodríguez *et al.*, 2003).

Asimismo, con frecuencia, "la estimación de la ETr no está dentro de las posibilidades del regante, por lo que para obtenerla deberá recurrir a información proporcionada por entidades públicas o asociativas, centros de investigación y experimentación, etc." (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 33).

8.2. Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo describe cómo varía la cantidad de agua consumida por las plantas a lo largo de su desarrollo. En los cultivos agrícolas, este coeficiente varía desde la siembra hasta la recolección. Este proceso está comprendido en cuatro fases que, por lo general, disponen de valores tabulados de Kc. No obstante, lo recomendable es contar con dichos valores para cada cultivo, obtenidos en la zona (Rodríguez *et al.*, 2003).

Debido a la gran diversidad de especies que pueden encontrarse en un mismo jardín, es casi imposible determinar un valor del coeficiente de cultivo para su totalidad, pues cada especie presenta un valor distinto (ver figura 5) (Rodríguez *et al.*, 2003).

Frente a ello, se estima un coeficiente de jardín (K_j), para lo cual se evalúan las especies plantadas, la densidad de la vegetación y los microclimas existentes. Este coeficiente sustituye al coeficiente de cultivo en el cálculo de la evapotranspiración (ET) (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 5. La variedad de especies en un jardín imposibilita el establecimiento de un coeficiente de cultivo único.

9. Coeficiente de jardín (K_j)

Como se mencionó anteriormente, este parámetro tiene en cuenta los siguientes tres coeficientes (Rodríguez *et al.*, 2003):

- Las especies que componen el jardín (K_e)
- La densidad de plantación (K_d)
- Las condiciones microclimáticas (K_m)

A diferencia de la agricultura, en la jardinería, la cantidad de agua utilizada no se determina para maximizar las producciones, sino para mantener una estética aceptable en el jardín. Por tanto, si se considera una serie de parámetros propios de los jardines, es imposible asegurar que el K_j sea un coeficiente de cultivo adecuado para jardines. En su defecto, es un coeficiente que permite estimar la demanda de agua necesaria para mantener el nivel estético de los jardines (Rodríguez *et al.*, 2003).

Coeficiente de jardín = Coeficiente de especie x Coeficiente de densidad x Coeficiente microclima

$$K_j = K_e \times K_d \times K_m$$

10. Coeficiente de especie (Ke)

Como la diversidad de plantas que generalmente se encuentra en un jardín complica el cálculo de sus requerimientos hídricos, es apropiado agrupar las especies con necesidades semejantes en zonas de riego comunes o hidrozonas, tal como se puede observar en la figura 6 (Rodríguez *et al.*, 2003).

Solo en los jardines nuevos es factible el cálculo del coeficiente de especie, el cual requiere agrupar las especies según hidrozonas. Para la mayoría de las plantas que ya se han establecido, se debe considerar el coeficiente de la especie que presenta un alto consumo de agua, a fin de cubrir las necesidades de todas las que se riegan al mismo tiempo (Rodríguez *et al.*, 2003).

Es importante señalar que esta elección no es la ideal si deseamos asegurar el consumo óptimo del recurso hídrico, ya que las plantas que requieren una menor cantidad de agua recibirán más de la que necesitan (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 6. Plantas con necesidades de agua distintas se agrupan en hidrozonas diferentes (Parque de las Leyendas)

Una posible solución es considerar el valor medio del K_e , siempre que el enfoque sea mantener a las plantas con un coeficiente más alto, aunque el aspecto visual no sea el más satisfactorio (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 36).

Si bien el valor del coeficiente de especies es importante para determinar el coeficiente de jardín, no existe un valor listado para este, por lo que en muchos casos los profesionales de la jardinería serán los responsables de determinar el valor de acuerdo con su criterio y experiencia (Rodríguez *et al.*, 2003).

Rodríguez *et al.* (2003) presentan el siguiente ejemplo, a fin de afianzar lo anteriormente indicado:

En un jardín compuesto por plantaciones mixtas, intactas y maduras, se conocen los coeficientes de las especies que la componen: *Chamaerops humilis* (0,4), *Olea europaea* (0,26), *Buxus sempervirens* (0,5), *Rosmarinus officinalis* (0,3), *Lavandula* sp. (0,3) y *Festuca ovina glauca* (0,4).

Para satisfacer las necesidades de todas, se debe considerar el coeficiente de especie más alto, para este ejemplo, el de *Buxus sempervirens*. Sin embargo, otra alternativa para asegurar el consumo eficiente del agua es considerar un coeficiente ligeramente menor, entre 0,3 y 0,4, para mantener una estética aceptable del jardín (Rodríguez *et al.*, 2003).

10.1. Coeficiente de densidad (Kd)

Uno de los principales componentes que distingue un jardín de otro es la densidad de su vegetación. Los jardines que han sido recién instalados o aquellos con plantas espaciadas presentan, comúnmente, una menor superficie foliar, a diferencia de los jardines maduros o densos. Por ello, en estos últimos, las pérdidas de agua son mayores a pesar de que las plantas individuales, en un jardín espaciado, pueden perder una mayor cantidad de agua para una superficie foliar determinada (Rodríguez *et al.*, 2003).

El valor del coeficiente de densidad depende del tipo de vegetación presente en el jardín, siendo el de los árboles el más complejo de evaluar. Para estos, se considerará un valor de $K_d = 1,0$ cuando la cubierta vegetal o porcentaje de suelo sombreado sea del 60 % al 100 %. Si este porcentaje es menor al 60 %, el K_d se reduce y llega a su valor mínimo (0,5) cuando la cubierta es del 25 % o menor (Rodríguez *et al.*, 2003).

Si el tipo de vegetación predominante en el jardín es arbóreo, pero además presenta arbustos y plantas tapizantes, el coeficiente de densidad adquiere un valor máximo de 1,3, siempre en función de la cubierta vegetal de los árboles (Rodríguez *et al.*, 2003).

El coeficiente de densidad para arbustos y plantas tapizantes es semejante. Para este tipo de vegetación, K_d toma un valor medio cuando la cubierta del suelo es completa o casi completa (90 %). Si este porcentaje es menor o si el área está recién plantada, el coeficiente se reduce tomando valores entre 1,0 y 0,5. No obstante, cuando existe otro tipo de vegetación sobre una base de tapizantes o de arbustos, los valores de densidad incrementan hasta alcanzar valores entre 1,0 y 1,3 (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 3. Coeficiente de densidad por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (K_d)		
	a	m	b
Árboles	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Tapizantes	1,1	1,0	0,5
Plantación mixta	1,3	1,1	0,6
Césped	1,0	1,0	0,6

Fuente: Rodríguez *et al.* (2003)

Nota: Los valores para árboles, arbustos y plantas tapizantes son adecuados para jardines que presentan solo o predominantemente uno de estos tipos de vegetación.

Las plantaciones mixtas están formadas por dos o tres tipos distintos de vegetación (árboles, arbustos o tapizantes).

En esta clasificación, se asume que no existe superficie descubierta en el jardín. Si no es así, el K_d debe aumentar entre un 10 % y un 20 %, especialmente para árboles y arbustos.

11. Coeficiente de microclima (K_m)

Las áreas que presentan diferentes condiciones ambientales dentro de una misma zona climática son denominadas “microclimas”. Estas diferencias son originadas en los jardines urbanos, por ejemplo, por las edificaciones o la pavimentación. Así, un jardín en una zona de aparcamiento presentará una mayor temperatura y menor humedad que un jardín en un parque (Rodríguez *et al.*, 2003).

El coeficiente de microclima (K_m) toma en cuenta las diferencias ambientales y es sencillo de calcular. Una condición microclimática media ($K_m = 1,0$) es aquella en la que las construcciones no influyen en el microclima del jardín (Rodríguez *et al.*, 2003). Por el contrario, “en condiciones microclimáticas altas o bajas, sí existe una influencia externa sobre las condiciones naturales del jardín” (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 38).

Además, “En las altas (K_m entre 1,0 y 1,4), las condiciones externas aumentan la evaporación de la zona de riego. Esto suele ocurrir en jardines rodeados por edificaciones que absorben calor” (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 39).

En las condiciones microclimáticas bajas (K_m entre 0,5 y 1,0), la influencia externa disminuye la evaporación en jardines sombreados, protegidos de los vientos, orientados hacia el norte, etc. (Rodríguez *et al.*, 2003).

Tabla 4. Coeficiente de microclima por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Coeficiente de microclima (Km)		
	a	m	b
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

Fuente: Rodríguez *et al.*, 2003

Nota: Los valores para árboles, arbustos y plantas tapizantes son adecuados para jardines que presentan solo o predominantemente uno de estos tipos de vegetación.

Las plantaciones mixtas están formadas por dos o tres tipos distintos de vegetación (árboles, arbustos o tapizantes).

Para aplicar todo lo mencionado, Rodríguez *et al.* (2003, p. 40) proponen el siguiente ejemplo:

“Un jardinero desea calcular las necesidades de agua en verano de un jardín situado en un parque, el cual está compuesto por una plantación mixta de *Magnolia grandiflora*, *Rhododendron sp.*, *Myosotis scorpiodes* y *Hedera helix*. La plantación es plena y madura, está expuesta a sol todo el día y al viento por la tarde.”

Solución:

Como las necesidades de agua están definidas por la evapotranspiración:

$$ET = K_j \times E_{Tr}$$

Primero, se debe calcular el coeficiente de jardín (K_j):

$$K_j = K_e \times K_d \times K_m$$

$K_e = \textit{Magnolia grandiflora}$: 0,56

$\textit{Rhododendron sp.}$: 0,65

$\textit{Myosotis scorpiodes}$: 0,57

$\textit{Hedera helix}$: 0,5

El coeficiente de especie utilizado para calcular el coeficiente de jardín puede ser de aproximadamente 0,6, porque es el valor promedio de diversas especies.

$K_d = 1,2$ (por presentar alta densidad)

$K_m = 1,3$ (por estar expuesto al sol y al viento)

$$K_j = 0,6 \times 1,2 \times 1,3 = 0,936$$

Luego, se calcula el valor de la evapotranspiración de referencia del lugar:

ETr diaria (mm/día) en zonas representativas de la provincia de Lima												
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETr	1,5	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5

Con los datos anteriores, se calculan las necesidades de agua:

$$ET = K_j \times ETr = 0,936 \times 4,5 = 4,212 \text{ mm/día}$$

12. Factores para elegir el método de riego

Los factores más importantes por tomar en cuenta en la selección del método de riego son los siguientes:

- La topografía del terreno y la geometría del área verde
- Las propiedades físicas del suelo
- Las especies de plantas a cultivar
- La disponibilidad de mano de obra
- La disponibilidad y la calidad del agua de riego
- El precio de la instalación, el riego y el mantenimiento
- Los efectos en el medio ambiente

13. Tipos de sistema de riego

El riego para los árboles y arbustos debe ser abundante, ya que, cuanto más penetra el agua en el suelo, es mejor. De este modo, las raíces serán más profundas y darán mayor firmeza al árbol. Es necesario regar hasta que el agua penetre a una profundidad de por lo menos 50 cm. Esto equivale a echar un balde (10 a 15 litros) de agua por árbol.

Si el suelo alrededor del árbol se ha secado con el tiempo y la superficie se ha vuelto dura, el agua, en lugar de penetrar, se escurrirá. Si esto sucede, se debe rastrillar o remover la tierra de la superficie antes de regar.

No es recomendable regar entre las 10:00 a. m. y las 4:00 p. m., puesto que el calor del sol puede ser tan intenso que gran parte del agua se evaporará antes de penetrar en la tierra.

De manera regular, el riego de parques o jardines se realiza tomando el agua de la red general, por lo que el volumen consumido es estimado por el medidor que la compañía de abastecimiento o el constructor han instalado en la parcela.

En Lima Metropolitana se tienen bien definidos los tipos de sistema de riego para las áreas verdes urbanas y privadas. Estos tienen un rol definido para cada distrito y una frecuencia de dotación en volumen de agua (m³).

Los tipos de riego que se realizan en Lima Metropolitana son los siguientes:

- Riego por gravedad o inundación
- Sistema de riego tecnificado por aspersión y difusión
- Riego realizado por microaspersión y nebulización
- Riego con uso de motobomba de succión
- Riego por goteo
- Riego con uso de camión cisterna
- Riego por punto de agua

13.1. Riego por gravedad o por inundación

Es el tipo de riego tradicional, por el cual se satura el suelo para cubrir los requerimientos hídricos de las plantas, tal y como se puede observar en las figuras 7 y 8 (Temoche, 2014).

En Lima, este tipo de riego se realiza de acuerdo con la programación establecida por la comisión de regantes del río Surco y el canal de Huatica, lo que puede ser influenciado por la disponibilidad de agua en la dotación y el turno establecidos.

El agua que procede de los centros de acopio, así como de los canales de riego del río Surco o el canal Huatica, discurre hacia los puntos de distribución, que la repartirán por acequias medianas y pequeñas hasta el distrito que requiere riego. Esta llegará por gravedad e inundará la zona de plantación.

La pericia y la experiencia del regador son fundamentales para el reparto del agua por medio de la toma principal y la secundaria, para lo cual se utilizan compuertas y cajas de registro.

El regador tiene la habilidad de reconocer la capacidad de filtrado del suelo hasta que alcance su punto de saturación, y nadie como él sabe utilizar el caudal que solo recibe por un periodo determinado (Temoche, 2014).



Figura 7. Riego por inundación en parque D'Onofrio, Cercado de Lima



Figura 8. Riego por inundación en el parque La Muralla, Cercado de Lima

Como es evidente, utilizar esta técnica de riego tradicional en largos recorridos y a cielo abierto significa una pérdida de agua de al menos del 25 % por evaporación, sin contar las filtraciones incontroladas, las roturas de conductos y demás dificultades (Temoche, 2014).

Por otro lado, antes de iniciar el riego por gravedad, los canales deben estar libres de cualquier elemento ajeno, como maleza o desperdicios; por ello, el regador debe verificar que siempre se mantengan limpios para que, cuando el agua fluya por el canal, no arrastre residuos.

Cuando se tiene disponibilidad de agua, se abre la compuerta principal del canal de riego, la cual contiene una serie de rejillas que retienen los sólidos mayores. Estos deben ser retirados periódicamente con los implementos especiales, como ganchos, garfios o escobas metálicas, y ser depositados en bolsas, que se ubicarán en un lugar autorizado para su recojo. En el caso de una toma principal, los residuos se colocarán en contenedores de 1100 l de capacidad.

Durante el desarrollo de la actividad, el regador permite el paso del agua a través de los demás canales, con el fin de que su distribución sea equitativa por todo el terreno.

Es importante que el regador mantenga comunicación constante con el tomero de su sector, pues él controla el caudal de agua necesario por cada toma. Si se descuida esta comunicación, puede incrementar el caudal de agua y el excedente generará aniegos en las calles o las viviendas vecinas.

Una vez terminadas de regar las áreas verdes públicas programadas, se procede a cerrar todas las cajas de registro y las tomas relacionadas con el riego del distrito, con la finalidad de que no ingrese agua remanente como consecuencia del riego en otros distritos, lo que puede causar aniegos.

13.2. Sistemas de riego tecnificado por aspersión y difusión

“El riego por aspersión se caracteriza por aplicar el agua en forma de lluvia” (Gaete, 2001, p. 17), de manera más o menos intensa y uniforme (Temoche, 2014).

El mecanismo consiste en que el agua destinada al riego sea trasladada por medio de tuberías hasta unos pulverizadores, denominados aspersores, los cuales, mediante presión, elevan el agua para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar, tal y como se puede observar en la figura 9 (Temoche, 2014).

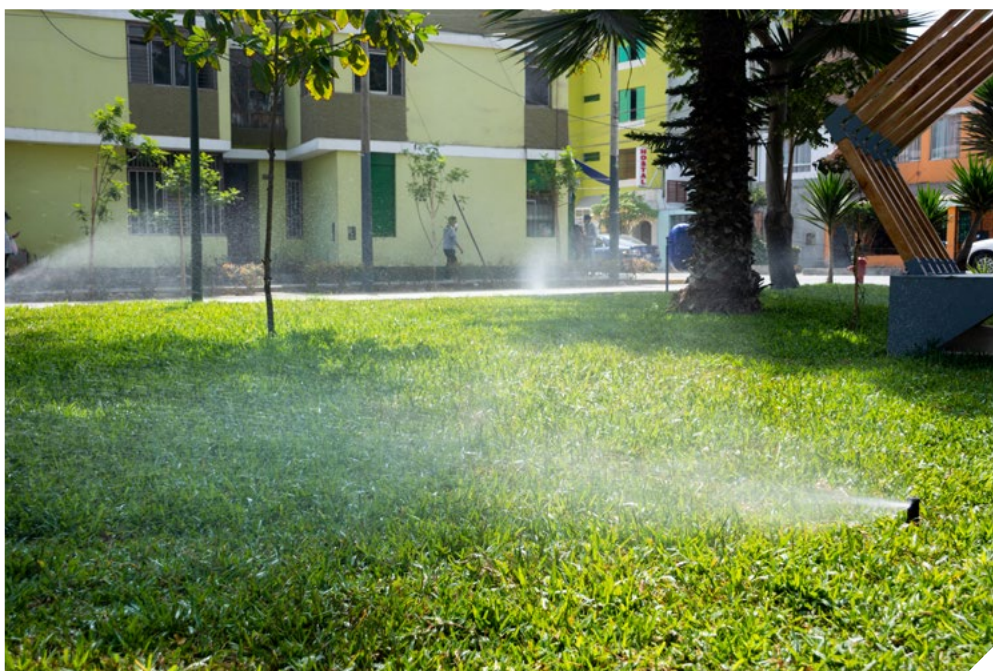


Figura 9. Sistema de riego tecnificado por aspersión

Asimismo, una de sus principales características es que “el agua, una vez que sale del aspersor, queda fuera de control, totalmente a merced de las condiciones climáticas, que condicionarán en gran medida la uniformidad de su aplicación” (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 83).

Los aspersores realizan movimientos rotativos, por lo que humedecen un área más o menos circular, aunque existen modelos que permiten regular el ángulo de giro entre 0° y 360°. Además, el arco de riego modifica el radio del área por humedecer. Los últimos modelos de aspersores, incluso, permiten variar estos arcos de trabajo y los tamaños de gota, lo que los vuelve adaptables a todo tipo de terrenos (Rodríguez *et al.*, 2003:83).

La eficiencia del sistema de riego tecnificado por aspersión fluctúa entre el 60 % y el 80 %, y su uniformidad está entre el 75 % y el 80 %.

Aunque similares a los aspersores, los difusores no cuentan con elementos móviles para girar. No obstante, es posible regular el arco de riego, desde la boquilla de salida del agua, entre 20° y 30° hasta 360°, lo cual permite regar superficies circulares o curvadas (ver figura 10). Este método es el idóneo para el riego con aguas salinas (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 10. Sistema de riego tecnificado con difusores

Este sistema presenta la limitación de que, cuando se emplean aguas duras con un alto contenido en carbonatos (más de 150 ppm), se producen manchas en hojas y flores, lo que supone una gran pérdida del valor ornamental (Rodríguez *et al.*, 2003).

Como se sabe, según la concentración de carbonatos contenidos en el agua, esta puede clasificarse en diferentes niveles de dureza.

Tabla 5. Índice de dureza

Denominación	Ppm de CaCO ₃
Muy suaves	0-15
Suaves	16-75
Medias	76-150
Duras	150-300
Muy duras	Mayor de 300

En términos generales, los sistemas de riego por aspersión y difusión son empleados para regar céspedes y tapizantes, tanto en jardines públicos como privados, y más aún en campos deportivos como los de fútbol, golf, tenis, etc. (Rodríguez *et al.*, 2003).

13.2.1. Efecto del viento y la evaporación

El viento es uno de los factores que mayores problemas de uniformidad, puede crear en la distribución del agua, lo cual genera que el área del jardín se desarrolle de manera poco homogénea. Al igual que el viento, la evaporación también afecta la eficiencia del riego por aspersión. “Esta circunstancia obliga a controlar el tamaño de gota generado por los aspersores, ya que, si es muy reducido, las pérdidas por evaporación pueden ser elevadas” (Aznar, 2016, p. 64).

Los aspersores en cuadrado no son la mejor opción para contrarrestar la acción del viento, a diferencia del replanteo en triángulo (Efecto del viento, s. f.).

Recomendaciones para contrarrestar los efectos del viento

Para vientos de hasta 8 km/h, se recomienda distanciar los aspersores y difusores de la siguiente manera:

- 55 % del diámetro de los aspersores
- 50 % del diámetro para difusores

Por el contrario, para vientos que excedan esa velocidad, se sugiere reducir el espaciamiento un 2 % por cada 1,5 km/h de aumento de velocidad del viento.

Como regla general, se tratará de distribuir los emisores siempre en disposición de triángulo, con el objetivo de obtener una excelente distribución del agua.

Algunas medidas para combatir los efectos del viento son:

- Disposición en triángulo
- No regar cuando el viento es mayor a 20 km/h
- Reducir los espaciamientos
- Contar con aspersores de menor alcance
- Regar de noche o de madrugada
- Regar en pequeños ciclos repetidos

Espaciamientos recomendables

a. Espaciamientos en cuadrado para respetar lindes

Sin viento, el 55 % del diámetro; con vientos de 6,5 km/h, el 50 % del diámetro; y con vientos de 12,9 km/h, el 45 % del diámetro.

b. Espaciamiento en triángulo

Sin viento, el 60 % del diámetro; con vientos de 6,5 km/h, el 55 % del diámetro; y con vientos de 12,9 km/h, el 50 % del diámetro.

Lo recomendable es diseñar el sistema considerando las peores condiciones de viento y espaciamiento.

13.2.2. Cálculo de presiones y caudales disponibles

Para diseñar un sistema de riego, primero se mide el terreno y se incluyen, en un croquis, todos los elementos que puedan obstruir el riego. Luego, se elabora el plano, para lo cual se pasan las medidas del croquis a una misma escala.

Es necesario contar con la mayor información posible sobre el terreno a regar, como (Efecto del viento, s. f.):

- Plano a escala de 1:100 o 1:200.
- Verificar si en el jardín existe algún espacio interrumpido por zonas de hormigón o cemento, y si está previsto el paso de tuberías.
- Determinar las áreas a regar y las que no deben regarse. Anotar los tipos de plantas presentes en el jardín.
- En la medida de lo posible, identificar las características del suelo. Si el agua permanece en la superficie y forma charcos cuando llueve, por ejemplo, el suelo debe ser de textura arcillosa.
- Identificar los medidores de agua y la toma de corriente. Si se trata de un pozo de agua, estimar su profundidad y la ubicación futura de la bomba. Si es un depósito, determinar cuál será su capacidad.
- Delimitar los pasos de tubería. Dibujar en el plano dónde se ubican las tuberías existentes, con la finalidad de no dañarlas al momento de reparar la zanja para la instalación.
- Medir la pendiente del terreno.
- Conocer la dirección y la fuerza del viento.
- Referenciar en el plano las plantas existentes, así se realizará una adecuada distribución de los emisores y se evitarán zonas de sombra que no permitan regar toda el área.
- Otra información que pueda ser de interés.

Distancia entre aspersores y difusores

Para el caso de los aspersores, lo más importante es determinar el espacio entre ellos para asegurar su funcionamiento de manera efectiva. Por tanto, en todas las hojas de especificaciones técnicas, además de las tablas de rendimientos, se indican los alcances y presiones sugeridos para el material (Contreras, 2013).

De acuerdo con Contreras (2013), para elaborar un proyecto de riego se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Cada aspersor debe trabajar bajo la presión correcta y estar separado de los otros aspersores de riego a una distancia prudente. Esta es la clave del éxito.
- Cada aspersor que funciona bajo la presión adecuada requiere un caudal específico.

Por lo anterior, "deberemos efectuar un buen estudio y cálculo hidráulico para que la cantidad de agua de que disponemos sea capaz de alimentar adecuadamente a cada aspersor" (Contreras, 2013, p. 49).

Contreras (2013) señala las siguientes razones para solapar los aparatos de riego:

- En todos los aparatos de riego, principalmente los de tipo "chorro" (aspersores de turbina o de impacto), no es posible repartir homogéneamente el agua.
- La distribución de agua depende de la presión de salida que tenga la boquilla del aparato.
- Podría creerse que, si un aspersor alcanza un radio de 10 m, el siguiente podría ser ubicado a 20 m de distancia, lo cual es completamente erróneo.
- El solapamiento permite que se distribuya igual cantidad de agua en toda la superficie.

En el riego por aspersión, y debido a que se trata de una instalación fija, el solape o recubrimiento debe ser del 100 %. En otras palabras, un aparato deberá mojar a otro, sin que esto signifique que reciba el chorro de varios, debido a que la intensidad de agua puede ser muy elevada. Si el aspersor presenta un radio de trabajo de 10 m, el otro deberá estar ubicado a 10 m de distancia, y así sucesivamente con los otros aparatos (Contreras, 2013).

Si bien los difusores, al ser aparatos que no giran, reparten el agua de forma más homogénea, se debe tener en cuenta que, debido a su fabricación y diseño, su alcance no es tan significativo, por lo que se requiere también solaparlos al 100 % (Contreras, 2013).

Existen dos formas de distanciar los aspersores/difusores: el marco en cuadrado o en triángulo, y la distancia entre filas.

- **Marco en cuadrado o en triángulo**

La forma más lógica y sencilla de ubicar los aspersores es formando un cuadrado, pues provee una cobertura en los lindes y una buena distribución del agua. No obstante, la disposición en triángulo brinda algunas ventajas adicionales, como una mejor distribución del agua y el que se puedan separar más (Contreras, 2013).

- **Distancia de las filas**

La separación entre filas de riego comprende un 20 % y un 40 % más de su radio. Por lo que, si un aspersor tiene un radio de 10 m, la separación entre filas podrá ser de 12 a 14 m (Contreras, 2013).

13.2.3. Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión

Fernández *et al.* (2010) señala como ventajas e inconvenientes en el riego por aspersión lo siguiente:

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Permite el riego en terrenos ondulados o poco uniformes. - Puede ser usado en una gran variedad de suelos, incluso en aquellos de textura arenosa, que requieren riegos breves y frecuentes. - Es una técnica muy favorable para las primeras etapas de desarrollo de las plantas, donde son necesarios riegos ligeros y recurrentes. - Es un procedimiento apropiado para riegos de socorro y especialmente eficiente en la lucha contra las heladas. - Posibilita el lavado de sales, debido a que estos son desplazados capas más profundas del suelo y quedan fuera del alcance de las raíces. - Permite la aplicación de fertilizantes y algunos tratamientos químicos con el agua de riego. - Permite la automatización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ocasionar efectos negativos sobre algunas plantas, debido a que, al humedecer la parte aérea de estas, se incrementa el riesgo de desarrollo de enfermedades. - El viento obstaculiza el reparto homogéneo del agua, lo que disminuye la uniformidad de aplicación y la eficiencia del sistema de riego. - Si se riega con agua salina, puede provocar quemaduras en hojas y flores por acumulación de sales. - Si se emplea agua muy dura y con un elevado contenido de carbonatos o hierro, se pueden producir manchas en hojas y flores, lo que significa la pérdida de valor ornamental.

13.3. Sistema de riego por microaspersión y nebulización

“Una variante del riego por aspersión, poco utilizada en jardinería, es la microaspersión. En este caso, los emisores, llamados microaspersores, distribuyen el agua a modo de lluvia hacia la zona del suelo ocupada por las raíces” (Rodríguez *et al.*, 2003, p. 85).

Este sistema de riego resulta muy eficiente para zonas del jardín en las que resulta complicada la instalación de una línea de goteo y, principalmente, es útil en suelos muy arenosos donde no es posible establecer bulbos razonables con puntos aislados de emisión (Rodríguez *et al.*, 2003).

Comúnmente, los microaspersores son utilizados para regar árboles, macizos de flores, rosales, pequeñas áreas del jardín, etc. (ver figura 11). La zona que humedecen varía de acuerdo con la distancia a la que se instalen, por lo que es posible regar superficies circulares o franjas continuas cuando las áreas de riego son superpuestas (Rodríguez *et al.*, 2003).

Los sistemas de riego por microaspersión tienen una eficiencia del 80 % al 90 %, y una uniformidad del 85 % al 90 %.



Figura 11. Sistema de riego tecnificado con microaspersor

Por otra parte, los microdifusores, aunque semejantes a los microaspersores, no cuentan con elementos móviles, por lo que todas sus partes permanecen fijas. Usualmente, son utilizados en espacios cerrados, como invernaderos o viveros, para crear ambientes húmedos y reducir la temperatura del interior. Pueden ser colgados en el techo y trabajan a altas presiones (Rodríguez *et al.*, 2003).

Los microdifusores son también denominados nebulizadores, debido a que cuando emiten el agua esta forma una nube de finas gotas. Esas gotas quedan flotando en el aire y no llegan al suelo (ver figura 12). Cabe destacar que estos aparatos requieren que el filtrado del agua sea muy meticuloso, pues disponen de boquillas con diámetro muy fino (Rodríguez *et al.*, 2003).

Son poco utilizados en jardines al aire libre porque, debido al pequeño tamaño de las gotas, la franja de riego podría verse afectada por una brisa ligera. Pueden ser empleados para el riego de rosales y setos, siempre y cuando se instalen a ras de suelo, a fin de crear una zona muy húmeda (Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 12. Sistema de riego tecnificado con nebulizadores en el vivero forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina

13.4. Riego con uso de motobomba de succión

Este sistema se emplea en áreas donde no llega el sistema de riego por inundación, debido a diversos factores como topografía, horario de riego, frecuencia de riego, etc.

Tiene como fuente de abastecimiento los canales de riego de cada distrito o pozos subterráneos de acumulación de agua, lo que se realiza según la frecuencia de riego programada. El equipamiento para este tipo de riego es la motobomba de 13 HP autocebante con ingreso y salida de 3", válvula check de 3", manguera de succión de 3" y cintas de riego de 50 m de largo por 3" de diámetro (ver figura 13).



Figura 13. Riego con motobomba de succión. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

13.5. Riego por goteo

El riego por goteo, también denominado “riego gota a gota”, se utiliza principalmente en regiones áridas, pues permite utilizar el agua y los abonos de manera óptima (Vega, 2018). El mecanismo permite que el agua se infiltre hasta las raíces de las plantas para irrigarlas directamente, mediante un sistema de tuberías y emisores (goteros) que incrementan la productividad y el rendimiento por unidad de superficie, como se puede observar en la figura 14 (Parra, 2012, citado en Vega, 2018).

Este sistema de riego representa la innovación más trascendental en agricultura desde la invención de los aspersores en la década de 1930 (Parra, 2012, citado en Vega, 2018). Presenta una eficiencia del 90 % al 95 % y una uniformidad del 75 % al 80 %.

Ventajas

- Utiliza pequeños caudales a baja presión, lo que optimiza el uso del agua.
- Aumenta el rendimiento del trabajo, recursos y productividad por hectárea.
- El agua se localiza muy cerca de las plantas, mediante un número variable de puntos de emisión (emisores o goteros).
- Como se reduce el volumen de suelo mojado y, por tanto, su capacidad de almacenamiento, se deben aplicar frecuentemente caudales pequeños.



Figura 14. Sistema de riego tecnificado por goteo

- Es posible regar con aguas más salinas, en comparación con el riego convencional, debido a que conserva la humedad y se adapta fácilmente a terrenos rocosos o con fuertes pendientes.
- Disminuye la proliferación de malas hierbas.
- Permite aportar de manera controlada los nutrientes con el agua de riego, lo que evita pérdidas.

Desventajas

- Su instalación es más cara que la de otros sistemas de riego, aunque a la larga resulta mucho más económica y, sobre todo, ecológica.
- Posible taponamiento de los goteros debido a las sales que puede contener el agua o la mala calidad del gotero. Por ello, se recomienda el uso de un sistema de filtrado, lo que supone un aumento del presupuesto.
- No se puede labrar el suelo una vez que está instalado el sistema.
- Alto costo de mantenimiento.
- Requiere de mayor preparación técnica por parte del agricultor.
- Necesita fertilizantes totalmente solubles en agua.

Durante el riego por goteo manual, se debe considerar lo siguiente:

- Las mangueras de goteo, generalmente, son superficiales. Se encuentran conectadas a una manguera matriz o a la tubería de distribución de agua, y pueden sectorizarse de acuerdo con la capacidad del sistema o el volumen de agua disponible.
- El regador, para iniciarlo, debe abrir las llaves respectivas, que abastecerán las mangueras.
- El regador debe modular la presión de agua según los requerimientos de la planta.
- El goteo de agua se efectúa a través de dispositivos comúnmente llamados “goteros”, los cuales se ubican generalmente al pie de las plantas —según la distancia, el número de goteros, el tamaño de la planta y el área de raíces—, con la finalidad de proporcionar el volumen adecuado de agua para su desarrollo.

- El tiempo de riego por goteo es variable, de acuerdo con las condiciones de la especie y la edad de la planta, el tipo de suelo, el clima, etc. Durante el riego, el regador debe inspeccionar la zona en los intervalos que considere necesarios para verificar el estado de las mangueras, los goteros y la presión de agua.
- De encontrar cualquier desperfecto durante el desarrollo de la jornada, el regador lo comunicará al jefe inmediato y tratará, en lo posible, de solucionar el inconveniente.
- Al concluir el periodo de riego, el regador se asegurará de cerrar todas las llaves de los goteros y de las cajas de abastecimiento de agua, así como de taparlas correctamente.

13.6. Riego con uso de camión cisterna

El riego con camión cisterna es una alternativa que consiste en transportar agua de los centros de abastecimiento a través de tanques con capacidades de 2000, 4000, 6000 o 9000 galones, e incluso más (ver figura 15).

Permite regar las áreas verdes que no cuentan con ningún otro de los sistemas mencionados. El agua para este sistema debe cumplir con los estándares de calidad de agua para riego de jardines ECA3.



Figura 15. Riego con camión cisterna. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

- Cuando se usa la motobomba, el agua es succionada del tanque del camión cisterna e impulsada a través de la manguera de descarga, la cual, según la zona por regar, podrá ser corta, larga o de bomberos. Los regadores deberán permanecer sujetos con el cinturón de seguridad durante el riego.
- A la salida de la manguera, se colocará una boquilla de reducción que modificará el chorro por uno de mayor alcance o mayor barrido, con el fin de abarcar un área mayor y que el impacto del agua sobre las plantas sea menor.
- De acuerdo con la dimensión del área de trabajo, el regador retirará la manguera de descarga de la estructura metálica de soporte, según la necesidad.

El camión cisterna puede abastecerse de dos formas:

a. Desde una cisterna de almacenamiento local

- El camión cisterna se estacionará.
- Por un tema de seguridad vial, el ayudante debe delimitar la zona de trabajo y realizar un corte de vía con uno o más conos de seguridad.
- La manguera de 3 pulgadas de succión de la motobomba se introduce en el tanque de almacenamiento local, mientras que la manguera de carga se coloca en el tanque de la cisterna.
- Cuando ambas mangueras estén debidamente colocadas, se acciona la motobomba para iniciar la succión del agua.
- El regador debe permanecer atento a la compuerta del tanque de agua del camión cisterna, para evitar que la motobomba se apague y que el agua se rebalse de la cisterna, lo que anegaría el lugar de trabajo.
- Al concluir, la compuerta del tanque de agua se cierra y las mangueras se guardan.

b. Desde un establecimiento de abastecimiento de agua

- El chofer del camión cisterna debe estacionarse bajo las tuberías de conexión de agua del establecimiento, de manera que el ayudante de cisterna pueda subir al techo y colocar los tubos en dirección de la puerta del tanque de agua, con la finalidad de que, al momento de abastecer de agua, esta fluya directamente dentro del tanque de la cisterna.

- El regador debe dar la voz de inicio al encargado del establecimiento para que abra la válvula. Igualmente, este debe constatar que el volumen de agua sea el correcto; para ello, puede sumergir una regla para verificar el nivel o hacerlo de forma visual, a través de la compuerta del tanque de la cisterna. Luego, avisará al encargado para que corte el agua.
- Al llegar al lugar determinado para riego, el camión cisterna debe ubicarse cerca del área, en posición adecuada, lejos de obstáculos, de manera que el regador pueda manipular las mangueras fácilmente.
- El regador solo podrá bajar de la cisterna con el chaleco de seguridad o impermeable fosforescente puesto, y cuando esta se encuentre debidamente ubicada al costado de la zona que se va a regar y el tránsito vehicular lo permita.
- Por un tema de seguridad vial, el ayudante de la cisterna, antes del abastecimiento, debe delimitar la zona de trabajo y para ello tiene que realizar un corte de vía con uno o más conos de seguridad, de manera que los vehículos que transitan por ella estén advertidos del trabajo que se realiza.

13.7. Riego por punto de agua

Este tipo de riego se realiza directamente de la red troncal de agua potable y, generalmente, en zonas donde hay nuevas siembras, resiembras o especies delicadas que requieren mayor demanda hídrica y no soportan periodos diferenciados de riego (ver figura 16).

- El regador/jardinero, antes de iniciar su labor y estando en campo, verificará el estado de las plantas y determinará la zona donde empezará a regar, de acuerdo con la necesidad del terreno. Para ello, deberá ubicar el punto de agua y conectar la manguera, que dirigirá hacia la zona de riego.
- Si el punto de agua contiene una llave en su interior, el regador conectará la manguera en el grifo de punto de agua.



Figura 16. Riego por punto de agua en áreas verdes urbanas. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

Tabla 6. Coeficiencia efectiva, tolerancia a la salinidad, encharcamiento por especie de planta

Especie de planta	Ke	Tolerancia a la salinidad (dS/m)	Tolerancia al encharcamiento	Tipo de especie
<i>Abutilon hybridum</i>	0,72		Baja	ArP / PF
<i>Acacia dealbata</i>	0,18	4-8	Baja	AP
<i>Acacia longifolia</i>	0,20	4-8	Baja	AP
<i>Acalypha wilkesiana</i>	0,50		Alta	ArP / PF
<i>Agapanthus africanus</i>	0,50		Media	V / PF
<i>Agave sp.</i>	0,20	8-10	Baja	S
<i>Albizia julibrissin</i>	0,40	4-8	Baja	AC
<i>Aloe vera</i>	0,20	8-10	Baja	S
<i>Callistemon viminalis</i>	0,38	4-8	Media	ArP
<i>Canna sp.</i>	0,55		Media	PF
<i>Carissa grandiflora</i>	0,42	8-10	Baja	ArP
<i>Carissa macrocarpa (prost.cvs.)</i>	0,42		Baja	ArP
<i>Carnegiea gigantea</i>	0,17			Cac
<i>Carpobrotus sp.</i>	0,24	8-10	Baja	S

<i>Casuarina cunninghamiana</i>	0,30	4-8	Media	AP
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0,40	4-8	Baja	AP
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,20		Baja	AP
<i>Cereus peruvianus</i>	0,20	8-10	Baja	Cac
<i>Chamaerops humilis</i>	0,40	4-8	Baja	Pal
<i>Chorisia speciosa</i>	0,28	4-8	Baja	AC
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	0,50			ArP
<i>Chrysanthemum parthenium</i>	0,40			V
<i>Citrus sp.</i>	0,50	< 2	Baja	AP
<i>Coreopsis lanceolata</i>	0,30	4-8	Media	V / PF
<i>Coreopsis verticillata cvs.</i>	0,30	4-8	Media	V / PF
<i>Cotoneaster lacteus</i>	0,50	< 2	Baja	ArP
<i>Cotyledon sp.</i>	0,20			S
<i>Crassula sp.</i>	0,20		Baja	S
<i>Crinum sp.</i>	0,50			PF
<i>Cycas revoluta</i>	0,50		Baja	Pal
<i>Cynodon dactylon</i>	0,20	4-8	Baja	Ces
<i>Cyperus alternifolius</i>	0,80		Alta	PAC
<i>Cyperus papyrus</i>	0,80		Alta	PAC
<i>Dahlia sp.</i>	0,65			PF
<i>Datura arborea</i>	0,40		Media	ArP
<i>Datura sanguinea</i>	0,40		Baja	ArP
<i>Datura suaveolens</i>	0,40		Baja	ArC
<i>Delonix regia</i>	0,40	AC		
<i>Delphinium sp.</i>	0,50		Baja	V / PA
<i>Dianthus barbatus</i>	0,50	4-8	Baja	V / PF
<i>Dracaena draco</i>	0,17		Baja	AP
<i>Drosanthemum floribundum</i>	0,20	>10		T
<i>Duranta repens</i>	0,50		Baja	ArC
<i>Echeveria sp.</i>	0,26			S
<i>Echinocactus sp.</i>	0,16			Cac
<i>Echium vulgare</i>	0,20		Baja	ArP / PF
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,28	4-8	Alta	AP
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,28	2-4	Baja	AP
<i>Euphorbia candelabrum</i>	0,20		Baja	S
<i>Ficus benjamina</i>	0,50			AP
<i>Ficus carica</i>	0,50	4-8	Baja	AC

<i>Ficus elastica</i>	0,50			AP
<i>Ficus macrophylla</i>	0,50		Baja	AP
<i>Ficus microcarpa</i> (= <i>F. nitida</i>)	0,50			AP
<i>Ficus pumila</i> (= <i>F. repens</i>)	0,50		Baja	PT
<i>Ficus rubiginosa</i>	0,50			AP
<i>Fraxinus americana</i>	0,50			AC
<i>Gaillardia aristata</i>	0,40			V / PF
<i>Gaillardia grandiflora</i>	0,40		Media	V / PF
<i>Gardenia</i> sp.	0,50	2-4		ArP
<i>Gaultheria procumbens</i>	0,80		Baja	ArP
<i>Gazania pavonia</i>	0,50	8-10	Media	V / T
<i>Gazania x hybrida</i>	0,50	8-10	Media	V / T
<i>Ginkgo biloba</i>	0,50		Baja	AC
<i>Grevillea robusta</i>	0,32		Baja	AP
<i>Haworthia</i> sp.	0,20			S
<i>Hevea</i> sp.	0,50		Baja	ArP
<i>Hedera canariensis</i>	0,50	2-4	Baja	PT / T
<i>Hedera helix</i>	0,50	2-4	Baja	PT / T
<i>Hychirsum bracteatum</i>	0,20			PA
<i>Heliotropium arborescens</i>	0,50		Media	ArP
<i>Heliotropium peruvianum</i>	0,40			PT
<i>Hemerocallis</i> sp.	0,50		Media	V / PA / PF
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0,56	2-4	Media	ArP
<i>Hibiscus syriacus</i>	0,45		Baja	ArC
<i>Hydrangea macrophylla</i>	0,70	8-10	Baja	ArC
<i>Impatiens</i> sp.	0,65		Media	V / PF
<i>Ipomoea acuminata</i>	0,35			PT
<i>Ixora coccinea</i>	0,50			ArP
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,50		Baja	AC
<i>Jasminum azoricum</i>	0,40		Baja	PT
<i>Jasminum humile</i>	0,44		Baja	PT
<i>Kalanchoe</i> sp.	0,26	2-4	Baja	S
<i>Koelreuteria bipinnata</i>	0,50		Baja	AC
<i>Laburnum anagyroides</i>	0,50		Baja	AC
<i>Lagerstroemia indica</i>	0,40	2-4	Baja	AC
<i>Lampranthus aurantiacus</i>	0,20	>10	Baja	V / T
<i>Lantana camara</i>	0,26	4-8	Media	ArP

<i>Lantana montevidensis</i> (= <i>L. sellowiana</i>)	0,26		Baja	ArP / T
<i>Lavandula</i> sp.	0,30		Baja	ArP / PA
<i>Liriope spicata</i>	0,50			V / T
<i>Melia azedarach</i>	0,17	4-8	Baja	AC
<i>Melissa officinalis</i>	0,20			V / T
<i>Mentha</i> sp.	0,40		Media	V / T / PA
<i>Mimosa pudica</i>	0,20			ArP
<i>Monstera deliciosa</i>	0,80		Media	PT
<i>Morus alba</i>	0,40	8-10	Baja	AC
<i>Morus nigra</i>	0,40	8-10	Baja	AC
<i>Murraya paniculata</i>	0,58			ArP
<i>Myoporum laetum</i>	0,42		Alta	ArP
<i>Olea europaea</i>	0,27	4-8	Baja	AP
<i>Oenothera macrocarpa</i>	0,20			V
<i>Oenothera missouriensis</i>	0,20			V
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0,17	4-8	Baja	AC
<i>Paspalum vaginatum</i>	0,30	>10	Alta	Ces
<i>Pelargonium domesticum</i> (= <i>P. grandiflorum</i>)	0,40	4-8		V / PA / PF
<i>Pelargonium hortorum</i>	0,38	4-8		V / PA / PF
<i>Pelargonium peltatum</i>	0,50	4-8		V / PA / PF
<i>Pelargonium zonale</i>	0,40	4-8		V / PA / PF
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0,20	4-8		Ces
<i>Pennisetum setaceum</i>	0,18	4-8		HO
<i>Pennisetum villosum</i>	0,20			HO
<i>Pentas lanceolata</i>	0'4		Media	ArP
<i>Phlox subulata</i>	0,50			V / T
<i>Phoenix canariensis</i>	0,30	8-10	Media	Pal
<i>Phoenix dactylifera</i>	0,22	8-10	Baja	Pal
<i>Phoenix roebelenii</i>	0,50	8-10	Baja	Pal
<i>Plumbago auriculata</i> (= <i>P. campensis</i>)	0,44		Baja	PT
<i>Populus nigra</i>	0,60		Media	AC
<i>Portulacaria afra</i>	0,20	4-8		S / PF
<i>Portulaca grandiflora</i>	0,20	4-8		S / PF
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,30	4-8	Baja	ArP
<i>Rudbeckia hirta</i>	0,40			V / PF

<i>Salix sp.</i>	0,80		Alta	AC
<i>Salvia leucantha</i>	0,30	4-8	Baja	ArP / PA
<i>Salvia officinalis</i>	0,45	4-8	Baja	ArP / PA / PF
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	0,20	4-8	Baja	ArP / T
<i>Schefflera arboricola</i>	0,50			ArP
<i>Schinus molle</i>	0,50	2-4	Baja	AP
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,50			AP
<i>Senecio cineraria</i> (= <i>Cineraria maritima</i>)	0,26		Baja	ArP / PF
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	0,50	>10	Baja	Ces
<i>Strelitzia nicolai</i>	0,50		Media	ArP
<i>Strelitzia reginae</i>	0,50		Baja	ArP
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,50			AP
<i>Tagetes patula</i>	0,50	4-8		V
<i>Tecoma stans</i>	0,50			AP
<i>Tecomaria capensis</i>	0,50	4-8		PT
<i>Thevetia peruviana</i>	0,50			ArP
<i>Thuja occidentalis</i>	0,50	8-10	Baja	Con
<i>Thuja orientalis</i>	0,50	4-8	Baja	Con
<i>Thunbergia alata</i>	0,50			PT
<i>Tipuana tipu</i>	0,50		Baja	AC
<i>Verbena hybrids</i>	0,38			PF / T
<i>Verbena repens</i>	0,20			PF / T

Fuente: Rodríguez et al. (2003)

Donde:

Tolerancia a la salinidad	
Cualitativa	Cuantitativa (dS/cm)
Muy resistente	>10
Resistente	8-10
Bastante resistente	4-8
Sensible	2-4
Muy sensible	< 2
Tipo de planta utilizada	
Árbol de hoja caduca	AC
Árbol de hoja perenne	AP
Arbusto de hoja caduca	ArC

Arbusto de hoja perenne	ArP
Bambú	B
Cactácea	Cac
Cespitosa	Ces
Conífera	Con
Helecho	H
Hierba ornamental	HO
Palmácea	Pal
Planta acuática	Pac
Planta aromática	PA
Planta de flor	PF
Planta trepadora	PT
Planta tapizante	T
Planta vivaz	V
Suculenta	S
Plantas aptas para la xerojardinería	

MÓDULO

11

Establecimiento y manejo de viveros ornamentales



MÓDULO

11

Establecimiento y manejo de viveros ornamentales

Lima cuenta con 43 distritos, que suman una superficie de 34 797 km², donde se concentra un poco más del 20 % de la población nacional. Es el principal centro de actividades comerciales y el mayor productor y comercializador de plantas ornamentales del Perú.

En este contexto, la producción de plantas ornamentales está ligada a un desarrollo urbano.

Un vivero ornamental comprende una serie de instalaciones que tienen como objetivo principal producir plantas de interior y exterior con fines de ornamento. Este tipo de producción es la más adecuada para elegir y propagar especies intensivamente (Los viveros, s. f.).

En estas instalaciones se brindan las condiciones ambientales óptimas que permitirán que las nuevas plantas se desarrollen adecuadamente y obtengan la fortaleza necesaria para ser trasplantadas. Por ello, se enfatiza que el diseño de un vivero es uno de los aspectos más importantes para obtener plantas listas para su siembra (Reyes, 2015).

1. Vivero de plantas ornamentales

Es la instalación donde se cultivan las plantas de interior y exterior, mediante técnicas y ambientes controlados, para embellecer áreas públicas o privadas (Armesto, 2004).

Para la producción de plantas ornamentales, se emplean distintas tecnologías en los métodos de cultivo para modificar las condiciones ambientales en el espacio donde se ubica el cultivo y regular los ciclos de reproducción, o los procesos de vegetación e inducción floral. Asimismo, se utilizan técnicas de posrecolección (Armesto, 2004).

El proceso en el vivero de plantas ornamentales presenta distintas etapas según el método reproductivo de las especies, el cual puede ser por esqueje obtenido de terceros o de plantas madre de la producción (Armesto, 2004).

El proceso de cultivo se inicia desde la semilla o con esquejes colocados en pequeñas bandejas de plástico. Estas bandejas son trasladadas a una zona de germinación, con instalaciones adecuadas, o directamente al invernadero (Armesto, 2004).

Cuando la planta ha enraizado, la siguiente etapa es el repicado, el cual consiste en el trasplante desde las bandejas hacia, por ejemplo, una maceta pequeña, normalmente de plástico. Una vez que la planta ha adquirido el tamaño adecuado y vigor, o cuando sus condiciones propias lo requieran, pasa a la zona de crecimiento con condiciones climáticas naturales (Armesto, 2004).

2. Definición de planta ornamental

Es aquella que se cultiva con el propósito de exhibir su belleza, especialmente para el ornamento de jardines y ambientes públicos (Guamán, 2015).

Estas plantas se cultivan en ambientes descubiertos, en viveros o con una protección ligera bajo plásticos, o en un invernadero preparadas para ser trasplantadas, o simplemente trasladadas a su sitio de destino. Generalmente, carecen de espinas u otras estructuras punzantes o urticantes, salvo algunas excepciones como la rosa (Planta ornamental, s. f.).

3. Tipos de viveros

Los viveros son espacios destinados a la producción de plantas de distintos tipos (Estrada *et al.*, 2011). Para el caso de las áreas verdes, se utilizan plantas forestales y ornamentales.

- Los viveros forestales producen especies destinadas al establecimiento del arbolado urbano, como eucaliptos, pinos, casuarinas, olmos, álamos, fresnos, acacias, palo borracho, ceibo, ponciana, tipas, jacaranda, etc. (Estrada *et al.*, 2011).
- “Los viveros ornamentales están destinados a producir plantas de interior y exterior con fines de ornamento o embellecimiento de espacios como parques y jardines” (Estrada *et al.*, 2011, p. 38). Por ejemplo: plantas con flores perennes, semiperennes y estacionales (clavel, florida, rosa, lantana, geranio, hiedra, salvia vista, celosía, marigold, etc.), de hojas y tallos coloridos (begonia, ficus, anturios, helechos, dieffenbachias), palos de agua, arbustos (madreselva, glicina, jazmín, camelias).

4. Aspectos importantes para el establecimiento de un vivero

Es importante seleccionar un sitio adecuado para el establecimiento de un vivero, ya que de ello dependerá la calidad de las plántulas que se producirán. Por ejemplo, si se elige un sitio inadecuado, se obtendrán plántulas de mala calidad, lo que a largo plazo llevará a registrar niveles elevados de mortalidad en el proceso de plantación. Por lo tanto, elegir la mejor ubicación para el vivero es de vital importancia, especialmente cuando la producción se obtiene a partir de raíces desnudas (por camas de crecimiento). Asimismo, cuando la producción se realiza mediante envases de crecimiento, es conveniente tomar en cuenta los factores que a continuación se exponen (Parra, 2010):

a. Ubicación, drenaje y suelo del vivero

Al establecer un vivero, se deben considerar cuatro puntos clave: acceso y suministro del recurso hídrico, dirección y topografía del terreno. El buen drenaje y los bajos niveles de erosión dependen en gran medida de la dirección y topografía del terreno (Parra, 2010).

Sin embargo, el drenaje depende también de la textura que presenta el suelo, por lo que se debe monitorear su relación con la pendiente del terreno. Por ejemplo, en aquellos suelos de textura fina la pendiente debe ser suave (2 al 3 %), y para suelos de textura arenosa y profundos se aconseja realizar acciones de nivelación del terreno (Parra, 2010).

b. Textura del suelo

La textura o distribución de las partículas del suelo es fundamental para llevar a cabo el cultivo de plantas a raíz desnuda, debido a que, además de estar involucrado en la regulación del drenaje y la erosión, no dificulta el trabajo de extracción de las plántulas y promueve su desarrollo vegetativo (Parra, 2010).

Un suelo que presenta un drenaje óptimo asegura una aireación adecuada, por lo que se recomienda que no haya una capa dura en los primeros 75 cm de profundidad y que la profundidad del suelo sea de al menos 120 cm (Parra, 2010).

Adicionalmente, independientemente del método de propagación que se emplee (raíz desnuda, almácigos o envases individuales), se deben conocer la acidez o alcalinidad del suelo (pH), la conductividad eléctrica (CE), la textura y la fertilidad del suelo, de acuerdo con los requerimientos de la especie seleccionada para su propagación. El potencial de hidrogeno (pH) se relaciona con el contenido de materia y la disponibilidad de nutrientes requeridos para el correcto desarrollo vegetativo. El rango recomendable va del neutro (pH = 7) al ligeramente ácido (pH = 6,5) o ligeramente alcalino (pH = 7,5) (Parra, 2010).

c. Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego

Un vivero necesita un suministro de agua adecuado y continuo, debido a que las plantas que lo integran se encuentran en su etapa de crecimiento. De lo contrario, podría ocurrir la muerte de las plantas por marchitamiento (Parra, 2010).

La calidad del agua destinada para el riego de plantas que integran un jardín es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta. Cuando el agua es dura, es decir, contiene un nivel alto de minerales disueltos (magnesio y calcio), contribuye a la formación adecuada de la estructura del suelo. Por el contrario, si el agua contiene una gran cantidad de sodio, mientras que el contenido de calcio y magnesio es bajo, hará que la arcilla y la materia orgánica del suelo absorban rápidamente el sodio, lo que creará una estructura edáfica no adecuada, ya que el suelo disperso se formará debajo de la superficie, a través de una capa de aproximadamente 10 a 20 cm de espesor que evita el paso de las raíces o del agua. El alto contenido de sodio en el agua destinada para riego provoca quemaduras en la cubierta vegetal de determinadas especies cuando es absorbido por ellas mismas (Parra, 2010).

Otro de los factores que modifica las características del suelo es la proporción de sólidos en suspensión presente en el agua de riego, debido a que a mayor contenido de limo o coloides mayor probabilidad de generar una compactación superficial del suelo, lo que reduce su permeabilidad y los niveles de aireación. Además, la presencia de otros elementos, tales como el boro o sustancias contaminantes, pueden generar daños severos en el cultivo (Parra, 2010).

d. Clima

Es primordial determinar qué tipos de plantas se adaptan a las condiciones ambientales que predominan en el área donde se establecerá el vivero. También es necesario obtener registros climáticos que contemplen información sobre las temporadas de riesgo (heladas o sequías) y la cantidad (mm) y distribución anual de lluvia. Los datos antes mencionados se pueden complementar o, en su defecto, reemplazar con información climática conocida por los pobladores de manera tradicional. Todo lo anterior es importante para planificar el momento oportuno para desarrollar las labores del vivero, como siembra, trasplante, poda, fumigación, etc. (Parra, 2010).

5. Planificación y diseño de viveros municipales

Los cultivos de plantas forestales, ornamentales y de flores están orientados a reproducir especies vivas, por medio de técnicas y ambientes más o menos artificiales, de acuerdo con las propiedades edafológicas de la propia planta. Su destino principal es la ornamentación de espacios públicos o privados, ya sea para interiores o exteriores.

El vivero es una pieza fundamental de las plantaciones es el vivero, porque constituye una zona de producción y adaptación climática que asegura el desarrollo vegetativo y las reservas de plantas que conforman diversas colecciones de especies (Carreón *et al.*, 2013). Se presenta el flujograma de producción de plantas en un vivero.

6. Construcción del vivero

Cuando se ha elegido el área donde será implementado el vivero, se inicia una secuencia de actividades relacionadas con la instalación y la construcción de la infraestructura para su funcionamiento. Estas labores, que son detalladas en la tabla 1, dependen del tipo de plantas que desea propagar y de los recursos económicos (INECC, 2007).

Tabla 1. Criterios para el establecimiento de un vivero

Criterios	Características
Selección del sitio	Ubicación, forma del terreno (idealmente regular, con topografía adecuada)
Pendiente y textura del terreno	Para pendientes del 0 % al 1 %: textura arenosa Para pendientes del 2 % al 3 %: textura fina
Drenaje de terreno	Adecuado
Agua	Abastecimiento adecuado y de buena calidad
Clima	Adecuado para las especies. También afecta las épocas de riego de las plántulas.
Actividades previstas para su construcción	Limpieza del terreno, especialmente si ha tenido un uso previo.
Mano de obra	Disponible y con una preparación mínima sobre el manejo de viveros y las especies que se quiere propagar.

6.1. El tamaño del vivero

Para determinar las dimensiones del vivero, es necesario definir la cantidad de plantas que se van a producir (entre estacionales, semiperennes y perennes), así como las instalaciones adicionales que son necesarias (oficina, almacén, baños, caseta de vigilancia, etc.). Para ello, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

a. La demanda de plántones

Cuando el propósito de la producción es satisfacer la demanda de las áreas verdes por parte de cada municipalidad, se determina la cantidad de plantas a producir de acuerdo con el tamaño de las áreas verdes habilitadas y por habilitar.

b. La disponibilidad de terreno

Con el fin de determinar el área requerida para producir un cierto número de plantas, se debe considerar que se plantan de 100 a 120 plantas en 1,5 m², lo que tiene en cuenta el cantero y el pasillo entre dos canteros. Si se trata de un cultivo que se realiza dos veces al año, esta superficie se duplica, por lo que se requiere un área para los canteros de plantas de 1 año y otra para los de 2 años. Sin embargo, dado que es un cultivo tan intensivo, es conveniente tener áreas adicionales para la rotación de cultivos, a fin de restaurar la fertilidad del suelo.

Además, se deben considerar el espacio que ocupa el galpón, los caminos de acceso y circulación por el vivero, así como la zona de almacenamiento de las plantas que están listas para ser plantadas. Por ejemplo, un vivero que produce 500 000 plantas requiere una superficie aproximada de entre 2 y 2,5 ha. Por cada 1000 plántones de producción, se necesitan unos 10 m² de canteros, más 0,5 m² de almácigos y unos 6 m² más para caminos y sendero, lo que totaliza entre 16,5 y 20 m² por cada 1000 plantas. A esta superficie calculada se debe adicionar la correspondiente a cortinas, represa o almacenamiento de agua, lombricero y galpón (Quispe, 2013).

c. Disponibilidad de mano de obra

Este factor resulta de gran importancia, ya que debemos conocerlo de manera anticipada, pues para la instalación y el manejo del vivero se debe contar con personal técnico calificado.

6.2. Partes del vivero

Un vivero está constituido por las siguientes partes:

a. Invernadero para almácigos

Es un espacio cerrado, fijo y transitable en donde se realizan las labores de cultivo de plantas ornamentales, frutales y forestales, a fin de brindarles protección del exceso de frío en ciertas temporadas del año (San Martín, s. f.).

Generalmente, presenta una cubierta exterior translúcida de vidrio o plástico que permite la regulación de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales, y que promueve el desarrollo de las plantas, tal y como se puede observar en la figura 1 (San Martín, s. f.).



Figura 1. Construcción de un invernadero - Vivero Forestal Universidad Nacional Agraria La Molina

Con la finalidad de aislar el invernadero de las plagas, la estructura debe estar cubierta por malla antiáfida.

Asimismo, entre las camas, se deben dejar pasillos de 70 cm de ancho, los cuales permitirán realizar las labores al interior del invernadero (Centellas *et al.*, 2011, p. 15).

Por último, se coloca, antes del ingreso y cerca de la puerta, un pediluvio con un desinfectante como amonio cuaternario o cal viva, que representan un control preventivo contra patógenos como la agalla de corona.

b. Bandejas o cajas de almácigos

Las bandejas o contenedores ocupan el mayor espacio en el vivero, pues es allí donde se sitúan las plantas una vez trasplantadas del almácigo a los recipientes, tal y como se puede observar en la figura 2 (Cruz, 2011).

En este lugar, las plantas obtienen el espacio necesario para su crecimiento. Se aconseja que, en áreas semiáridas, se utilicen bandejas de bajo nivel para aprovechar mejor el agua (Cruz, 2011).

Si se brinda sombra individual por cantero, estos deben ser orientados en sentido este-oeste, para que cuenten con sombra las 24 horas (Cruz, 2011).



Figura 2. Bandejas o contenedores de almaciguera

c. Calles y sendas

Las bandejas o contenedores son separados por senderos de un metro de ancho, lo que es suficiente para transitar cómodamente con una carretilla. Cada tanto, se recomienda contar con una calle más ancha para el tránsito de camionetas u otros vehículos que trasladen materiales del vivero o plantas, tal y como se puede observar en la figura 3 (Cruz, 2011).



Figura 3. Construcción de tinglado y distribución de calles en zona de repique

d. Irrigación por sistema de nebulización

Un nivel alto de humedad (superior al 90 %) en el invernadero garantiza las mejores condiciones de enraizamiento. Para ello, se utiliza un sistema de aspersión (disco plano) que presente un caudal unitario de 40 l/h y una cobertura de 1 m de radio. Los aspersores son colocados en tuberías de polietileno cuyo diámetro aproximado debe ser de 16 mm, y se coloca una línea por platabanda, con una separación de 1 m entre aspersores (ver figura 4). Para determinar la potencia de la bomba, se deberá multiplicar el gasto unitario de cada nebulizador por el número total de estos. Se seleccionará una bomba que cumpla con los requerimientos, con un margen mayor del 10 % al 20 %, y que se ajuste al tamaño del invernadero (Centellas *et al.*, 2011).

La bomba se debe conectar a un tanque con suministro de agua continuo y función de apagado automático. Si la diferencia de altura entre la fuente de agua y el invernadero es grande, se recomienda reemplazar la bomba de impulsión por una válvula solenoide (válvula de enchufe eléctrico), que está conectada al *timer* o temporizador (Centellas *et al.*, 2011).



Figura 4. Tuberías de polietileno con nebulizadores en funcionamiento en el Vivero Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina

e. Media sombra

En un clima soleado como el nuestro, es necesario proteger las plantas (en almácigo y en canteros) con semisombra, para reducir la pérdida de agua por evaporación. Se recomienda no dar demasiada sombra a las plantas, porque de lo contrario no pueden desarrollarse con normalidad, lo cual se verá evidenciado a través del cambio de color de sus hojas y la presencia de enfermedades (Cruz, 2011).

Si bien se pueden colocar vigas de caña, tablones, ramas o plantas debajo de los árboles donde el dosel no sea demasiado profundo, también se puede utilizar tela media sombra (50 %). Es posible construir una sola estructura para todos los canteros, la cual debe ser alta, con la finalidad de permitir el transporte o la implementación de estructuras individuales (una por cantero) (Cruz, 2011).

Además, si el sitio es inclinado, el lado más bajo debe estar orientado hacia el norte, para reducir la entrada del sol por ese lado (Cruz, 2011).

f. Área de trasplante

Es el sitio donde se reciben las plantas que provienen de los almácigos, cuando estas han alcanzado el tamaño adecuado para ser trasplantadas. Puede estar dividida en dos sectores, según las especies a cultivar y la técnica seleccionada (Estrada *et al.*, 2011).

Uno de estos sectores es conocido como “cama de desarrollo” y a él se trasladan las plantas del almácigo en bolsas o macetas. Este método se emplea, sobre todo, en plantas de hojas perennes y estacionales (Estrada *et al.*, 2011).

El otro sector, denominado “vivero de cría”, aunque también recibe las plantas del almácigo, contiene las plantadas directamente en la tierra. Generalmente, esta técnica es utilizada para especies de hoja caduca que resisten un posterior trasplante al lugar definitivo a raíz desnuda, es decir, sin pan de tierra (Estrada *et al.*, 2011).

g. Área de crecimiento de árboles grandes o cuarteles de crecimiento

Son parcelas forestales donde se establecen, con carácter temporal, plántones de especies forestales que tienen las mismas necesidades hídricas y de manejo silvicultural. Allí se las cultiva y mantiene con poda de copa y de raíces, hasta su retiro y trasplante a un sitio definitivo, que puede ser un parque, una calle o una avenida.

El cuartel de crecimiento está comprendido por un conjunto de parcelas donde se establecen temporalmente los plantones forestales en surcos y distanciados de 0,5 a 2 metros lineales, de acuerdo con la especie. Cada parcela está constituida por 10 surcos con una longitud de 100 metros y la distancia entre parcelas será de 6 metros de ancho, para el desplazamiento de un minicargador (Bobcat), una pluma o grúa hidráulica, o un camión cisterna.

El arbolado establecido temporalmente en los cuarteles tendrá un destino planificado y definitivo en la ciudad. Cada surco en el cuartel corresponde a un parque, calle o avenida, y el arbolado establecido en él tendrá como destino una determinada zona de área verde del distrito. Cada cuartel de crecimiento corresponderá a un distrito o sector de este.

h. Área de plantación

En este sector, diferentes partes de la planta, como pedazos de tallos (estacas) o raíces, pueden germinar, independientemente de si se plantan directamente en la tierra o en recipientes. Es decir, en esta zona, las plantas se producen por reproducción asexual, es decir, a partir de partes de las plantas que no son semillas (Estrada *et al.*, 2011).

i. Área de preparación del sustrato

Adicionalmente, es necesario contar con un lugar para el acondicionamiento del suelo donde se cultivarán las plantas en el vivero (Estrada *et al.*, 2011, p. 43).

j. Área de determinación de cercos vivos

Los cercos vivos protegen el vivero del ingreso de animales. Se deben encontrar en las mejores condiciones, pues un solo animal puede causar muchos daños a la producción y al mismo vivero en un corto tiempo (Estrada *et al.*, 2011).

k. Máquinas y herramientas

De acuerdo con Estrada *et al.* (2011), los siguientes son ejemplos de máquinas y herramientas:

- Depósito de herramientas e insumos, denominado galpón
- Moto cultivadora (rotovator con accesorios)
- Rastrillo de discos, de dientes, surcador, mochila fumigadora, motoguadaña o bordeadora
- Balanza

- Heladera o cámara
- Palas anchas y de punta, rastrillo, horquillas, azadones, carretillas, regaderas, pico, tijera común, tijera de podar, cortacercos, escuadra de plantar, tutores
- Sistemas de provisión, almacenamiento y distribución de agua: bomba o molino, tanque, mangueras, equipos de riego (aspersión, microaspersión, goteo)

l. Insumos

Estrada *et al.* (2011) indica que los siguientes constituyen los insumos:

- Especies forestales, ornamentales y frutales
- *Speelding*, sustratos, semillas, macetas (grandes y pequeñas), estacas
- Herbicidas, abonos y fertilizantes
- Insecticidas, fungicidas, acaricidas
- Lombricomposta
- Calendario de siembra

m. Almacén

Es de mucha utilidad contar en el vivero con un galpón o pieza para almacenar herramientas, semillas y materiales, así como una galería o sombra para trabajar (Rozo, 2013).

7. Principales actividades en un vivero

a. Sustrato

Es todo material sólido diferente del suelo natural, de síntesis o residuo mineral u orgánico que, colocado en un contenedor (bolsa plástica, recipiente, etc.), permite el anclaje de las raíces de la planta, con lo cual cumple la función de soporte e interviene en el proceso complejo de nutrición (De la Mora, 2011).

b. Preparación del sustrato para invernadero

Este sustrato debe reunir las capacidades de absorción y retención de agua, así como poseer los nutrientes que garantizan la buena germinación y permiten un buen desarrollo radicular de la planta.

Existe una gran cantidad de tipos de sustratos para la germinación y la producción de plantas en invernadero. Se recomienda la combinación de turba rubia con turba negra (sustrato profesional), de modo que el sustrato reúna las condiciones físicas y químicas necesarias, y a su vez esté libre de patógenos (ver figura 5).



Figura 5. Preparación de sustrato profesional para germinación en bandejas.
Vivero Forestal de la Universidad Agraria La Molina

Con el fin de brindar condiciones que beneficien la germinación de las plantas ornamentales, se realizan las siguientes mezclas o formulaciones:

- **Mezcla para la germinación de plantas en vivero.** Se utiliza turba de musgo Sphagnum tamizada en malla de ½" de abertura. El musgo tamizado es vertido en las bandejas de germinación.
- **Para preparación del sustrato de plantas.** En el caso de la mezcla para el desarrollo y la producción de plantas, se utilizan los siguientes insumos y porcentajes en el volumen indicado:

Cultivo de flores de estación: 40 % de tierra de cultivo franca, 35 % de arena de río, 15 % de humus de lombriz y 10 % de turba de musgo

Cultivo de herbáceas, arbustos y árboles: 40 % de tierra de cultivo franca, 40 % de arena de río, 15 % de compost y 5 % de cascarilla de arroz

c. Tratamiento de sustratos

La desinfección del suelo es una labor que se desarrolla en todos los viveros para prevenir los efectos negativos de los parásitos del suelo (insectos, nematodos, hongos, malas hierbas y bacterias). Estos parásitos representan un riesgo para la viabilidad de las especies frutícolas, por lo cual son combatidos mediante distintas técnicas físicas y químicas (Ortiz y Guel, 2014).

Técnicas físicas

Uso de vapor de agua

Esta técnica se basa en el calor. El tiempo de aplicación recomendado es de 40 minutos y la temperatura llega a superar los 70 °C, lo que destruye insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias y semillas de malezas. El empleo de esta técnica tiene un bajo impacto ambiental (Centella *et al.*, 2011).

El proceso de esterilización es el siguiente:

- Introducir la mezcla de sustrato en un cilindro que contiene agua con lejía
- Hervir el sustrato por un periodo de 5 horas
- Airear el sustrato
- Enfriar el sustrato
- Distribuir el sustrato en camas almacigueras
- Nivelar el sustrato en las camas almacigueras

Solarización

“El uso de la solarización para el tratamiento del sustrato es una alternativa de energía renovable y amigable con el medio ambiente” (Centellas *et al.*, 2011, p. 20).

Es recomendable que este procedimiento se lleve a cabo en un tiempo promedio de 60 días, así como el uso de dos láminas de polietileno de espesor entre 0,025 y 0,1 mm y un sustrato húmedo que no sea superior a los 20 cm de espesor (Centellas *et al.*, 2011, p. 20).

Para que la solarización actúe de manera correcta, se deben sellar los bordes de la sábana de plástico y ser enterrados. Adicionalmente, se colocará una segunda capa de plástico, en perfectas condiciones, 10 cm más arriba tensa y soportada con tierra (Centellas *et al.*, 2001).

Es esencial no tener árboles próximos al sitio, debido a que proporcionarían sombra. Esta técnica debe ser empleada durante la época con mayor insolación y temperatura (verano) (Centellas *et al.*, 2011).

Técnicas químicas

“El uso de formol (formaldehído) con una concentración del 2 % resulta una opción económica e interesante” (Centellas *et al.*, 2011, p. 21).

El formol (40 %) se prepara disolviendo ½ litro en 10 litros de agua y se aplica, utilizando una regadera (ver figura 6), sobre 1 m³ del sustrato en capas de 10 cm. Luego, el sustrato se cubrirá con plástico durante 3 días y, posteriormente, se dejará ventilar por otros 3 días más, removiendo al menos una vez por día hasta que no presente olores irritantes y se pueda utilizar sin inconvenientes (Centellas *et al.*, 2011).

Es preciso tomar los cuidados necesarios, como es el uso de lentes, botas, máscaras y guantes durante el proceso, debido a que el formol es un producto que puede causar irritación (Centellas *et al.*, 2011).



Figura 6. Aplicación de formol al sustrato

d. Incorporación de bioinsumos

Cuando el sustrato ha sido desinfectado, es fundamental incorporarle bioinsumos que propicien la recolonización por parte de microorganismos benéficos, que promoverán el crecimiento vegetativo (desarrollo radicular) y brindarán protección a las plántulas frente a las enfermedades. Además, participan en la descomposición de la materia orgánica, permitiendo que los nutrientes puedan ser aprovechados por la planta (Centellas *et al.*, 2011). Los bioinsumos pueden estar preparados a partir de hongos o bacterias, como *Trichoderma* sp., micorrizas, *Bacillus* sp. (ver figura 7).



Figura 7. Aplicación de bioinsumos al sustrato

e. Siembra sexual y asexual de plantas

Para la producción de plantas ornamentales en invernadero se utilizan métodos de propagación sexual y asexual.

- **Propagación sexual**

Se reproducen plantas a partir de semillas y esporas. Las semillas pueden adquirirse en casas comerciales u obtenerse del mismo vivero por recolección. Por ejemplo, se extraen semillas de duranta y mimosa. En el caso de los helechos, como *Pteris*, solo se propagan por esporas.

Las semillas provenientes de recolección tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Una de sus principales ventajas es el reducido costo de adquisición, mientras que una desventaja es que varía su fenotipo en cierta proporción.

Los viveros formales, generalmente, usan semillas provenientes de casas comerciales, con garantía de calidad, sanidad y variabilidad, mientras que los pequeños viveros, por el costo, suelen abastecerse de semillas provenientes de recolección.

Otra gran ventaja de usar semillas adquiridas en casas comerciales es que brindan la posibilidad de estar al día con las nuevas variedades que salen al mercado, las cuales tienen un mejor desempeño, lo que compensa su costo mayor. En la figura 8, se observa la siembra de semillas botánicas ornamentales estacionales.

El riego en el invernadero dependerá de varios aspectos, como las condiciones climáticas.

Las bandejas sembradas deben contar con una identificación que indique lote, fecha de siembra, especie, variedad, color de flor y número de semillas sembradas.

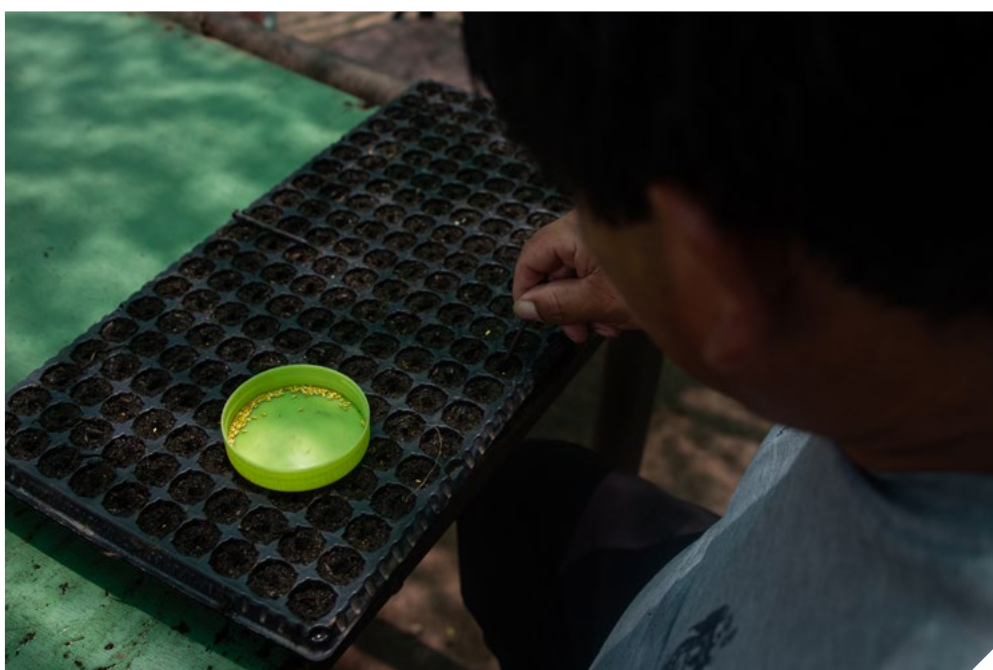


Figura 8. Siembra de semillas botánicas ornamentales estacionales. Fotografía tomada antes de la pandemia de COVID-19

El tiempo que requiere una semilla para germinar depende de la especie. Esta etapa concluye con la ruptura de la testa o cubierta de la semilla, y la formación de la radícula, que le permitirá a la plántula fijarse en el suelo e iniciar su desarrollo. Durante la emergencia del tallo y los cotiledones, se debe cuidar especialmente la frecuencia de riego, pues deberá tener intervalos de tiempo más distanciados para permitir una mejor aireación del sustrato.

Luego de la aparición de las hojas verdaderas, las plántulas están listas para ser trasplantadas del invernadero a la zona de camas de repique. Durante esta etapa, se llevan a cabo aplicaciones foliares preventivas de fungicidas y de fertilizantes, con el fin de evitar enfermedades y disminuir el porcentaje de mortandad.

Asimismo, desde el proceso de germinación (ver figura 9) hasta la etapa de repique, se debe realizar el seguimiento correspondiente de los índices de mortandad.



Figura 9. Proceso de germinación de semillas de plantas ornamentales estacionales

- **Propagación asexual**

Es la reproducción de plantas mediante partes vegetativas: tallos, hojas, bulbos, rizomas, etc. Este método es muy utilizado en los viveros ornamentales, ya que permite propagar de manera rápida y en volúmenes importantes la planta deseada. Los tipos de propagación asexual más usados son los siguientes: por estacas de tallo (madera dura, madera semidura, madera suave, herbáceas), por estacas de hoja, por acodo y por medio de tallos y raíces especializados.

Selección y recolección de material vegetativo

La selección de material vegetativo por recolectar y el tipo de propagación están en función de la densidad poblacional de siembra; para ello, se utilizarán camas almacigueras o la siembra del material colectado se hará directamente en las camas madre.

La obtención del material vegetativo de la planta madre se debe realizar durante la mañana o al final de la tarde, antes de las 10 a. m. y después de la 4 p. m., para evitar pérdidas de agua por deshidratación durante las horas de mayor insolación. Esta actividad permitirá conservar la transpiración y reducir el secamiento (Rojas *et al.*, 2004).

Después de obtener el material vegetativo, se deberá disminuir el área foliar, ya que las hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las que son muy pequeñas no sintetizan suficientes carbohidratos. Para ello, se podarán las hojas con mucho cuidado, antes de que las ramas sean separadas de la planta madre, ya que así se reducirá la pérdida de agua. A fin de obtener una mayor cantidad de plantas, es necesario inducir el enraizamiento: no todas las plantas poseen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo cual en ocasiones se necesita aplicar sustancias hormonales que promuevan la formación del sistema radicular. Estos productos hormonales pueden ser mezclados o usar simultáneamente varios para aumentar su efecto. Es muy importante prestar atención a la dosis de estas sustancias (Rojas *et al.*, 2004).

“Las auxinas sintéticas que se usan para el enraizamiento son mucho más estables que la auxina natural. Su acción está fuertemente localizada y pueden transformarse rápidamente en tóxicas” (Rojas, 2014, p. 16), por lo que hay que tener mucho cuidado con su manipulación. No obstante, “en un suelo o en un sustrato orgánico, los microorganismos degradan con bastante rapidez estos productos. Los métodos de aplicación varían según la formulación del producto” (Rojas *et al.*, 2004, p. 16), usualmente se presentan en polvo, para su uso directo o para ser disueltos en agua.

Siembra de las camas de enraizamiento

Las estacas semileñosas “se recogen en el verano, justo después de transcurrido un periodo de crecimiento, con madera parcialmente madura” (Centellas *et al.*, 2011, p. 24). Las estacas preparadas deben ser sembradas rápidamente; por ejemplo, en la figura 10 se observa la propagación asexual por estaca semileñosa directo a bolsa.



Figura 10. Propagación asexual por estaca semileñosa directo a bolsa

Con ayuda de un punzón de madera, se cavan hoyos en las camas de enraizamiento. Los cortes deben realizarse a una profundidad de 2 a 3 cm y, para asegurar su firmeza, se necesita compactar un poco el sustrato. En el caso de que se haga uso de estacas con varias hojas, se debe impedir que las hojas inferiores queden en contacto con el medio de enraizamiento, para así evitar la pudrición (Rojas *et al.*, 2004).

Las estacas de madera dura o leñosa (ver figura 11) constituyen la técnica de propagación más simple y barata. Su preparación es sencilla, son poco percederas y no necesitan un equipo particular para el enraizado. Se preparan durante la estación de reposo, posterior a la caída de las hojas y antes del brote de yemas, con madera del crecimiento de la estación anterior (Centellas *et al.*, 2011).

“El material debe obtenerse de plantas madre sanas y vigorosas, que hayan crecido a plena luz” (Centellas *et al.*, 2011, p. 24). Estas estacas deben medir 30 cm de longitud y poseer entre 10 y 14 yemas. Al colocar la estaca, se deben enterrar tres yemas para obtener raíces de los respectivos nudos enterrados, y de las yemas que no fueron enterradas brotarán aquellas que presenten mayor vigor, conformando la parte aérea de la nueva planta (Rojas *et al.*, 2004).



Figura 11. Estacas de madera dura o leñosa

Por otro lado, durante la primavera, las estacas de madera blanda o herbácea serán extraídas de los extremos de las ramas nuevas que crecen a plena luz y tienen desarrollo medio. Estas estacas presentan una longitud de 10 a 15 cm y se deja un par de medias hojas en la parte terminal (ver figura 12). Aunque al realizar este procedimiento el enraizamiento es más rápido y sencillo, se necesita mayor cuidado y nebulización. Los brotes muy tiernos son indeseables, puesto que presentan una notoria tendencia a la deshidratación, antes de que ocurra el enraizamiento (Centellas *et al.*, 2011).



Figura 12. Estaca herbácea

f. Preparación y embolsado de sustrato de plantas estacionales y perennes

Se recomienda preparar una mezcla de tierra sana del lugar, con humus, musgo y arena de río. Para ello, se debe desmenuzar bien la tierra agrícola, mezclarla y pasarla a través de una zaranda para tamizarla, con el fin de eliminar todo material indeseable y grueso. De esta forma, se brinda a las plantas un sustrato suelto, con una elevada cantidad de materia orgánica y buena capacidad de retención de la humedad (Centellas *et al.*, 2011).

Por el contrario, si el sustrato es algo pesado, debido a la tierra del lugar, se recomienda aumentar la cantidad de musgo y tierra vegetal. De igual manera, si se dispone de cascarilla de arroz, esta también puede ser integrada (Centellas *et al.*, 2011).

Una vez preparado el sustrato, se procederá al embolsado o enmacetado, para darle sostén a las plantas resultantes de los diferentes tipos de propagación (ver figura 13).



Figura 13. Preparación y embolsado de sustrato en vivero de Setame, Cercado de Lima

Después de embolsar el sustrato, se procede a llevarlo a la zona de repique (ver figura 14).



Figura 14. Zona de repique de plantas estacionales y perennes

g. Repique o trasplante de plantas estacionales y perennes

Para las plantas estacionales, el repique consiste en retirar los pequeños ejemplares del invernadero y ser trasplantados a las bolsas que han sido preparadas con anticipación. Es recomendable realizar este procedimiento cuando las plantas presenten una longitud de 4 a 6 cm, o cuando muestren 5 hojas verdaderas, tal y como se muestra en la figura 15 (Ordóñez, 2010).

Para llevar a cabo esta técnica, se debe humedecer el suelo y, con un cultivador o un palito fino, retirar las plántulas, con cuidado de no quebrar las raíces. Posteriormente, se colocan en un contenedor con agua o lodo para evitar que se sequen (Ordóñez, 2010).

Antes del trasplante o repique, es necesario desinfectar las raíces de los plantones utilizando el fungicida Homai con baja concentración, para garantizar el prendimiento.

En paralelo, las bolsas con sustratos deben ser humedecidas, con la finalidad de facilitar la siembra.



Figura 15. Retiro de plantas de las camas de germinación de un invernadero

El proceso de repique se efectúa con la ayuda de un palo, mediante el cual se cava un hoyo no tan profundo para que la raíz entre en él. Después, se toma la planta por las hojas, no por el cuello, y se coloca con la raíz recta, cubriéndola con un poco de tierra hasta el cuello (este se sitúa donde termina la raíz y comienza el tallo). Por último, hay que presionar con los dedos suavemente de manera que no queden bolsas de aire dentro de la funda, tal y como se puede observar en la figura 16 (Ordóñez, 2010).



Figura 16. Proceso de repique de plantas ornamentales

En el caso de las plantas perennes o de reproducción asexual, “una vez terminado el endurecimiento, se puede regar las camas de enraizamiento a capacidad de campo para la extracción de las plántulas enraizadas y propiciar su trasplante” (ver figura 17) (Centellas *et al.*, 2011, p. 35).

El material de las bolsas debe ser de polietileno, de color negro, con un tamaño de 25 x 35 cm y 100 micras de espesor, con funda y 18 perforaciones en la mitad inferior para escurrir el agua excedente. El sustrato debe ser rico en materia orgánica para propiciar un desarrollo adecuado (una parte de limo, una de tierra del lugar y una de materia orgánica). También debe estar desinfectado (libre de patógenos de suelo) (Centellas *et al.*, 2011).



Figura 17. Estaca semileñosa enraizada lista para trasplante o repique

Al inicio, hay que regar cada día y, posteriormente, se realizará según los requerimientos de la planta, aunque la funda debe estar siempre húmeda (García, 2010).

Las bolsas son organizadas en camas de 1 m de largo por 1,5 m de ancho, sobre un suelo llano y con buen drenaje. Son colocadas en forma vertical y sin espacio entre ellas, para prevenir caídas y el crecimiento de malezas. Se aconseja que, antes de colocar las bolsas, se ubique en la superficie una lámina de plástico, con el propósito de que las plántulas no se enraícen en el suelo ni se estropeen al momento de levantarlas para su trasplante al sitio definitivo (García, 2010).

Una vez establecidas en la zona de repique o establecimiento temporal, las plantas se desarrollarán hasta que sean llevadas a campo definitivo.

h. Almacenamiento de semillas

“El objetivo del almacenamiento es conservar las semillas el mayor tiempo posible con una buena viabilidad” (Geilfus, 1994, p. 299), es decir, que conserven su capacidad germinativa.

Las semillas, una vez limpias y secas, deben ser guardadas en bolsas, costales o recipientes herméticos, y ser trasladadas a un sitio fresco, preferentemente un cuarto oscuro, seco y con temperatura baja. Si es necesario, se utilizará algún fungicida e insecticida en polvo, como Vitavax, para protegerlas contra el ataque de insectos y roedores. No obstante, algunas semillas de cáscara dura perduran por un largo tiempo a temperatura ambiente y con baja humedad, como las semillas de las leguminosas, la tara, la ponciana, etc. (Sandoval, 2020).

Por otra parte, existen semillas que no pueden ser almacenadas, por lo que es imprescindible sembrarlas de manera inmediata después de haberlas extraído del fruto, como el mango. Asimismo, existen semillas de baja viabilidad, que conservan únicamente por algunas semanas su capacidad germinativa; por ejemplo, el porotillo o el achotillo de la sierra (*Vismia tomentosa*). No obstante, otras, como el algarrobo, pueden ser guardadas por varios meses o años, solo si son maduras, están libres de plagas y enfermedades, y no presentan daños mecánicos (Archila, 2011).

i. Control fitosanitario

El desmalezado y el control fitosanitario son dos actividades que van de la mano con el desarrollo de la planta.

Durante la etapa de desarrollo de la planta, se deben efectuar controles sanitarios para evitar plagas y enfermedades y así mantener su vigorosidad.

A nivel de vivero, las principales enfermedades que se presentan son botrytis, chupadera, oídium, mildiu, entre otras. En el caso de las plagas, se encuentran la mosca blanca, la arañita roja, los pulgones, los trips, las polillas nocturnas, los gusanos minadores, etc.

Las aplicaciones de pesticidas pueden ir acompañadas por fertilizantes foliares. En ambos casos deben considerarse los estadios de las plantas.

Es determinante y altamente necesario leer detenidamente las recomendaciones de los productos, las hojas de seguridad (MSDS, por sus siglas en inglés) y las etiquetas antes de efectuar cualquier tipo de aplicación; esto permitirá saber cómo actuar ante cualquier situación de riesgo personal o ambiental. Asimismo, el aplicador deberá contar con todos sus EPP (ver figura 18).



Figura 18. Fumigador con sus EPP

Un factor muy importante es que, durante la actividad de fumigación o control fitosanitario, no se debe realizar lo siguiente:

- Reingreso al campo
- Manejos culturales (deshierbes, podas, etc.)
- Manipulación: cargas y despachos de plantas
- Riego de plantas (para un mayor efecto de las aplicaciones)
- Cualquier otro tipo de labores culturales que impliquen contacto directo con los cultivos

Como referencia, se adjunta una lista de los productos más utilizados en la producción de plantas ornamentales y perennes.

Tabla 2. Insecticidas usados para el control de plagas en viveros ornamentales

Insecticidas		
Nombre	Ingrediente activo	Formulación
Alfitox	Deltametrina 1 % + pirimifos metil 25 %	Emulsión concentrada
Pounce	Permetrina	Concentrado emulsionable
Match 50 EC	Lufenuron	Concentrado emulsionable
Estoque	Cypermctrina	Concentrado emulsionable
Ciclón	Dimethoate	Concentrado emulsionable
Digno	Imidacloprid	Concentrado soluble
Trigard 75 WP	Ciromazina	Polvo mojable
Applaud	Buprofezin	Polvo mojable
Tracer	Spinosad 120g/L + aditivos 880 g/L	Solución concentrada
Super Crop Oil	Aceite de maíz	Concentrado emulsionable
Acaritina	Abamectina	Concentrado emulsionable
Lorsban	Clorpirifos	Polvo mojable

Tabla 3. Fungicidas usados para el control de plagas en viveros ornamentales

Fungicidas		
Nombre	Ingrediente activo	Presentación
Botrizim 50 FW	Carbendazim	Concentrado emulsionable
Phytor 27	Sulfato de cobre pentahidratado	Concentrado emulsionable
Para chupadera	Flutolanil	Polvo mojable
Homai WP	Tiofanato metil 500 g/kg + thiram 300 g/kg	Polvo mojable
Bezomil	Benomyl	Polvo mojable
Opera	Pyraclostrobin + epoxiconazole	Suspensión concentrada
Bravo	Clorotalonil	Suspensión concentrada
Amistar Top	Azoxystrobin + difeconazole	Suspensión concentrada
Botran 83 AK	Captan 83%	Polvo mojable
Fugiclean	Extracto tumérico	Polvo mojable
Alliete	Foseti Al	Polvo mojable
Princo	Penconazole	Concentrado emulsionable
Cercobin	Tiofanato metil	Polvo mojable

Tabla 4. Reguladores de crecimiento usados para el control de plagas en viveros ornamentales

Reguladores de crecimiento		
Nombre	Ingrediente activo	Formulación
Fort soil	Ácido fulvico, calcio	Solución concentrada
Citex	Citoquininas	Solución concentrada
Rapid Root	Ácido indol-3-butírico	Polvo en seco

Tabla 5. Lista de fertilizantes y adherentes usados en la producción de plantas ornamentales

Fertilizantes		
Nombre	Ingrediente activo	Formulación
Grow More Phospro	Fosfito de potasio	Solución concentrada
Fert all	Ca-Bo-Zn	Solución concentrada
Nutrifol	Calcio y boro	Solución concentrada
Kalex	Fosfito de potasio	Solución concentrada
Oligomix	Micronutrientes quelatizados	Polvo mojable
Nebio fol	Ca-Bo	Solución concentrada
Grow more Premium 20-20-20	N, P, K + micronutrientes quelatizados	Solución concentrada
Nitrofoska verde	N, P, K, MgO, S + micronutrientes quelatizados	Polvo mojable
Nitrofoska floración	N, P, K, MgO, S + micronutrientes quelatizados	Polvo mojable
Nutriphos - K Premium	N, P, K, CaO	Granulado
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	Granulado
Urea	N, P, K	Granulado
Ekotron 70 GR	M.O. + ácidos húmicos	Granulado
Sulfato de cobre pentahidratado	Cu	Granulado
Adherentes		
BB5 Plus	Alkyaryl polyethoxy etanol	Concentrado soluble
Vencedor ultravelt	Nonilfenol poligloleter	Concentrado soluble

Los plaguicidas mencionados en los cuadros anteriores sirven como referencia para controlar la presencia de plagas y enfermedades a nivel de vivero, mientras que el uso de fertilizantes granulados y foliares ayuda a mejorar las deficiencias nutricionales de la planta.

j. Mantenimiento y limpieza

En el vivero se realizarán el mantenimiento y la limpieza una vez por semana. Este mantenimiento consiste en deshierbe, riego, poda de algunas plantas, entre otras actividades.

Para un mejor control de la producción y el *stock*, es imprescindible informar de manera diaria al encargado del vivero la cantidad de descarte por especie. Por su parte, este deberá reportar diariamente la salida de plantas o descartes, en caso de existir, para descontarlos del *stock*.

MÓDULO

12

Propagación de plantas



MÓDULO

12

Propagación de plantas

La propagación de las plantas consiste en las actividades que se efectúan para duplicarlas, mediante un método sexual o asexual, dependiendo, además, de cada tipo de planta (Osuna Fernández *et al.*, 2016).

Esta práctica ha sido ampliamente reconocida y representa una disciplina básica para las ciencias agrícolas, debido a que la calidad de la semilla o los órganos vegetativos (seleccionados para la propagación) influye en todo el proceso productivo. Diferentes especies, en especial las hortícolas, presentan algunos problemas durante el proceso de propagación, por lo que es necesario aplicar algunos mecanismos de control durante su proceso de producción (Arrieta Ramos, *et al.*, 2017)

Actualmente, existe una urgente necesidad de áreas verdes que brinden zonas de recreo y ornato, ya que contribuyen directamente al bienestar de las personas y la sociedad.

1. Tipos de propagación de plantas

Existen dos tipos de propagación:

- **Propagación por semilla sexual**

La semilla representa la unidad de dispersión y supervivencia de una especie vegetal, ya que en ella se almacena el material biológico (germoplasma). La propagación por semillas es uno de los métodos de reproducción de plantas más empleados y efectivos en la naturaleza, pues permite la conservación de las características genéticas que se encargan de brindar la resistencia necesaria para la subsistencia de las plantas (Universidad Nacional Agraria la Molina, s. f.).

Escoger correctamente las semillas a utilizar es la base de una excelente producción. Por ello, saber las técnicas para su elección y cuidados es una de las labores fundamentales de todo agricultor (Universidad Nacional Agraria la Molina, s. f.).

- **Propagación por semilla asexual o vegetativa**

Se realiza a partir de alguna zona de la planta, por lo que las plántulas hijas son idénticas a las plantas madre; ese es el objetivo de este tipo de propagación.

2. Propagación sexual o por semilla

La semilla es el óvulo fecundado y maduro que sirve para reproducir la planta. Consta de un embrión y su reserva alimenticia almacenada, rodeada de cubiertas protectoras. Para germinar, depende de la ruptura de las cubiertas y de su viabilidad, es decir, de que el embrión esté vivo. También de las condiciones externas de temperatura, humedad, oxígeno y luz. La germinación es un proceso que involucra varios estados físicos y fisiológicos que conllevan a la emergencia. Estos estados son los siguientes:

- Imbibición
- Actividad enzimática y respiratoria
- Digestión
- Translocación
- Asimilación
- Crecimiento

El propósito de este tipo de propagación es multiplicar más especies y nuevas variedades que cualquier otro método. Las plantas anuales y bianuales (plantas que viven de 1 a 2 años, respectivamente) deben reproducirse por semillas y comprenden todos los granos, cereales, frutales, flores, pastos, forrajes, cultivos industriales, forestales y la mayoría de las hortalizas. Las perennes herbáceas y leñosas también pueden ser cultivadas mediante semillas.

2.1. Trabajos antes y durante el proceso de germinación de las semillas

Selección, recolección y conservación

La selección, recolección y conservación de las semillas de cualquier especie ornamental contempla cuatro aspectos:

- Selección de los progenitores o plantas madre
- Identificación del estado adecuado para la cosecha
- Extracción de la semilla del fruto
- Almacenamiento de la semilla hasta que se emplea

Usualmente, las semillas se almacenan por tiempos variables después de cosecharlas. Algunas son de vida corta y, normalmente, pierden rápidamente su viabilidad, en unos días, semanas o al año. Las semillas de la mayoría de las coníferas, hortalizas, flores y granos cultivadas comercialmente duran un periodo de 2 a 3 años.

Determinación y ejecución del tratamiento pregerminativo apropiado

- **Tratamiento pregerminativo de escarificación**

Este proceso consiste en ablandar o remover las cubiertas duras o impermeables de las semillas para conseguir un mayor poder germinativo del lote (ver figura 1). El escarificado se puede realizar de diversas maneras:

- Manual o mecánicamente, como en el caso de las semillas de tara, que permite hasta un 95 % de germinación
- Remojar de 12 a 24 horas en agua caliente
- Remojar en ácido sulfúrico diluido al 50 %, durante 10 minutos

El objetivo de colocar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, quitar los inhibidores, suavizarlas y disminuir su tiempo de germinación (Hartmann y Kester, 1998).



Figura 1. Tratamiento de escarificación

- **Desinfección del semillero**

El control de las enfermedades de las semillas sexuales o vegetativas es una de las tareas más importantes que debe realizar el propagador de plantas.

Una de las principales razones de pérdida de semillas y plantas jóvenes es la pudrición radicular, causada por hongos como *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Sclerotinia* sp., presentes en el sustrato o la semilla. Las pudriciones radiculares pueden ocurrir en varios estadios de la germinación de la planta.

El control de las pudriciones radiculares comprende dos procedimientos separados, pero íntimamente relacionados:

Tratamiento de la semilla

Consiste en el empleo de productos químicos, como los fungicidas, a la semilla para protegerla.

Ejemplos:

- Vivatax 300, con dosis de 300 a 500 g por cada 100 kg de semilla
- Orthocide, con dosis de 100 a 150 g por cada 100 kg de semilla

Desinfección del semillero

Para evitar pérdidas por las plagas, es recomendable desinfectar el suelo o la mezcla del suelo. Existen diversas maneras de hacerlo: con calor (pero sin pasar de los 70 °C), con vapor de agua, con agua caliente y con productos químicos (como cloropicrina, bromuro de metilo, formaldehído y Vapam).

Germinador, semillero y microsemillero

Hay una forma indirecta de sembrar semillas, cuando requieren muchos cuidados en su etapa inicial de crecimiento y desarrollo.

a. Germinador

Es un pequeño cajón con material sin vida, como cascarilla de arroz, arena de río lavada o gravilla fina (Resolución 2407, Instituto Colombiano Agropecuario), en el cual se depositan las semillas hasta que germinen, y luego se las traslada al almácigo o vivero.

b. Semillero

Es necesario para el cultivo de hortalizas, ya que permite llevar al campo definitivo plantas vigorosas, uniformes y libres de enfermedades. Estas plantas necesitan mucha atención y cuidados.

c. Microsemillero

Consiste en un recipiente que puede tener varias dimensiones (25 x 50 x 15 cm), constituido por dos elementos, el marco y el fondo o base, y se caracteriza porque la parte inferior se puede desprender fácilmente. Se fabrica con plástico o madera.

3. Propagación asexual o de partes vegetativas

La reproducción asexual comprende la reproducción de plantas a partir de partes vegetativas de ramas, tallos, raíces u hojas.

Este tipo de reproducción reproduce clones, los cuales son materiales genéticamente uniformes, derivados de un solo individuo, que se propagan exclusivamente por medios vegetativos.

La mutación es una variación genética obtenida natural o artificialmente en las plantas, que da como resultado características nuevas en las plantas cultivadas y que puedan reproducirse por propagación asexual.

En la propagación vegetativa, el enraizamiento es el objetivo principal y cuanto más rápido, mejor. El surgimiento de las raíces depende especialmente de las auxinas, que son hormonas de crecimiento de las plantas y se sintetizan en las yemas apicales y las hojas jóvenes; normalmente, se mueven del ápice a la base, pero si se aplican por medios artificiales, lo hacen desde abajo hacia arriba.

3.1. Ventajas de la propagación asexual

- La nueva planta obtenida (de estaca, raíz, hoja o injerto) reproducirá fielmente las características de la planta que la originó, es decir, perpetúa las características que hacen valioso a un ejemplar, como la alta calidad de un fruto de manzano o el color especial de una rosa o una cucarda.
- Existe cierto grupo de plantas que no producen semillas viables; por ejemplo, la cucarda, las rosas, etc.
- Se obtiene con mayor rapidez el desarrollo vegetativo y la producción de frutos y flores.

3.2. Desventajas de la propagación asexual

- "Producir una descendencia sin variabilidad genética, clónica, al ser todos los ejemplares genotípicamente equivalentes a su parental y entre sí" (Quiñones, 2015, p. 12).

No se puede “escoger” a los individuos mejor adaptados por selección natural, debido a que todos lo están por igual, y puede que estos no consigan sobrevivir a un medio adverso al no contar con la información genética necesaria para adaptarse. En consecuencia, esa especie podría desaparecer, a menos que exista algún individuo portador de una combinación genética que le confiera la capacidad de adaptación a este nuevo escenario (Quiñones, 2015).

La propagación asexual se lleva a cabo por medio de estacas, acodos e injertos, separación, división y por esporas.

3.2.1. Propagación por estacas

Generalmente, las estacas están hechas con “partes vegetativas de la planta, como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces” (Hartmann y Kester, 1998, p. 319).

La propagación por estacas se clasifica de acuerdo con la parte de la planta de la que esta se obtiene:

a. Estaca de tallo

Este tipo de estaca es el más importante y se le puede dividir en cuatro grupos en relación con la naturaleza de la madera usada (Hartmann y Kester, 1998).

- **Estacas leñosas**

Se toman de partes maduras del vegetal, es decir, que estén bien lignificadas (no verdes). Este tipo de estacas, generalmente, no lleva hojas.

Pueden ser colocadas bajo el sol directo en terrenos bien preparados (tierra ligera, suelta y convenientemente húmeda).

Para tener éxito en la propagación de estacas leñosas se deben tener las siguientes consideraciones:

- **Tamaño de estacas**

El tamaño es muy variable, aunque lo normal es usar estacas de 20 a 30 cm. El diámetro también varía, generalmente, entre 0,5 y 2,5 cm. En algunos casos, se pueden emplear estacas de 1 m o más de alto y con diámetros bastante grandes. Esto permite que se tenga un árbol en un tiempo muy corto, ya que desde el inicio se tiene formado el tallo y lo único faltante sería la copa, que se consigue con el brote superior del estacón. Se pueden usar estacones de olivo, sauce, álamo chileno, álamo carolino, higo, etc.

– **Posición de corte**

Es mejor hacer el corte basal justamente debajo de un nudo, mientras que el corte apical es conveniente efectuarlo de 1,5 a 2,5 cm por encima de otro nudo (Hartmann y Kester, 1998).

– **Forma del corte basal o apical**

Es preferible que tanto el corte basal como el apical sean horizontales, ya que esto permite que la formación uniforme dé raíces en la base. En cierto tipo de estacas, se ayudará al enraizamiento realizando cortes verticales a ambos lados de la base, hasta llegar a la madera.

Así, por ejemplo, en las estacas de magnolia, se obtiene más fácilmente el enraizamiento cuando se llevan a cabo esas incisiones.

• **Posición de las estacas en el suelo**

Es preferible colocar la estaca en posición vertical, aunque en algunas especies la posición oblicua ayuda a la injertación.

• **Profundidad de plantación**

En el caso de las estacas normales, de 20 a 30 cm de largo, se aconseja introducirlas en tierra hasta la mitad. Es recomendable tener cuidado, al efectuar el estacado, de no colocar las estacas en posición invertida; las yemas deben dirigirse hacia arriba.

La época del año en la que se toman las estacas es otro factor primordial. Para una mejor explicación, es necesario tener en cuenta que existe una clasificación de plantas de acuerdo con su persistencia o número de hojas:

- Especies caducifolias: plantas que pierden su follaje durante ciertas partes del año.
- Especies siempre verdes: plantas que se conservan con follaje durante todo el año.

En las especies caducifolias, es preferible tomar las estacas al fin de la época de reposo, es decir, en el mes de agosto para el caso de la mayor parte de las áreas verdes de Lima. Entre las especies caducifolias que se propagan por medio de estacas leñosas, se tiene las siguientes:

- Frutales: olivo, higuera, membrillero, granado, mora, pecanas, níspero.
- Ornamentales: abutilon, álamo carolino, buganvilla, crotón, cucarda, laurel enano, lantana amarilla, sauce llorón, murraya, mioporo, tecomá, schefflera.

En las especies siempre verdes, las estacas se pueden tomar durante todo el año. Lo único que se debe considerar es que estén maduras.

b. Estacas semileñosas

Este tipo de estacas se propagan principalmente en el verano, en el caso de las plantas siempre verdes, y se obtienen de ramas que no han logrado lignificarse totalmente o que se encuentran en un estado intermedio de dureza entre las estacas leñosas y las herbáceas. En el caso de plantas caducifolias, se propagan en otoño, como en el caso del granado, la higuera, el olivo, el mejillo, la acalifa, la tecomaria, el plumbago, la durante limón, etc.

Para este tipo de estacas, se requiere tomar en consideración los mismos aspectos mencionados para el caso de estacas leñosas.

c. Estacas herbáceas

Este tipo de estaca, generalmente, lleva hojas. Es preferible colocarlas en lugares de media sombra con cierta protección del sol directo, ya que, por el hecho de llevar hojas, se puede deshidratar fácilmente.

Entre las especies que se propagan por estacas herbáceas tenemos las siguientes: geranio, alternantera, cóleo, begonia, salvia, verbena, crisantemo, streptosolen, clavel, *Mesembryanthemum*, *Iresine*, dalia, tradescantia, balsamina.

d. Estacas terminales

Este tipo de estacas se obtiene de la parte terminal de las plantas. Es preferible que se encuentre en pleno crecimiento y no presente botones ni flores; en otras palabras, que se encuentre en estado vegetativo y no reproductivo. Este tipo de estaca siempre debe llevar follaje, aunque conviene eliminar el follaje de la base para que no se pudra al tener contacto con el suelo, que siempre se va a mantener húmedo.

La longitud de estas estacas varía entre 7 y 10 cm y se deben enterrar unos 3 o 4 cm. El suelo tiene que estar compuesto principalmente por musgo y arena, en la proporción 1:1. Debido a que este tipo de estaca posee hojas terminales tiernas, es conveniente plantarlas en lugares protegidos del sol directo. En ciertas especies, puede guardarse por tiempo prolongado si se coloca en una cámara fría. Por ejemplo, las estacas terminales de clavel y crisantemo pueden guardarse en bolsas de plástico y en refrigeradoras caseras hasta 4 o 5 meses, a una temperatura de 2 °C.

Tabla 1. Especies que se propagan fácilmente mediante el uso de estacas terminales

Especies	N.º de días promedio para el enraizamiento
Clavel	30
Crisantemo	20
Coleus	20
Crotón	40
Salvia	25
Gardenia	40
Aralia elegantísima	40
Schefflera	40
Abutilon	30
Hortensia	30
Begonia tuberosa	25
Acalypha	30
Brenia	30

3.2.2. Estacas de hojas

Muchas especies tienen la particularidad de formar raíces en sus hojas. Para el uso de estas estacas, preferentemente, el sustrato debe estar desinfectado.

Especies que se propagan por estacas de hojas: violeta africana, sansevieria, begonia, sanguinaria hippie, sanguinaria roja, echeveria, crasulas, kalanchoe, singonio, cóleos, filodendro, tuja, etc. (ver figura 2).



Figura 2. Estaca de hoja

3.2.3. Estacas de raíz

Ciertas plantas tienen la propiedad de formar tallos y raíces adventicios en sus raíces cuando estas son cortadas o lesionadas.

Son pocas las plantas ornamentales que se propagan por este sistema; el ejemplo clásico lo constituye el *Acanthus mollis*, llamado vulgarmente acanto por la forma de sus flores blancas que se desarrollan a lo largo, en una inflorescencia vertical.

Las raíces son gruesas y carnosas, y se pueden dividir en trozos de 5 a 10 cm de largo. Estos trozos (estacas) se deben enterrar (las $\frac{3}{4}$ partes) en un suelo normal de jardín (suave, suelto, rico en materia orgánica).

3.2.4. Propagación por acodos

El acodo es quizás el sistema más seguro de propagación asexual, ya que consiste en provocar el desarrollo de raíces en un tallo o rama lateral que se une a la planta materna.

Las condiciones que deben considerarse durante el acodado para la zona de enraizamiento son humedad continua, aireación y temperatura moderada.

En el caso del acodo, la estaca no se separa de la planta madre. Esto motiva que la formación de raíces sea estimulada por alguna incisión o corte del tallo, lo que causa una interrupción del traslado hacia abajo de materiales orgánicos (como carbohidratos) procedentes de las hojas y los terminales en desarrollo.

a. Tipos de acodos

• Acodo simple

Está compuesto por un solo acodo por rama. Puede ser a savia completa o media savia.

Materiales

- Cuchilla curva de injertar para hacer cortes en la rama doblada
- Horqueta y estaca para mantener la rama fija al suelo
- Bolsas donde se trasladarán las nuevas plántulas

Procedimiento

Se elige un vástago largo y flexible, es decir, que se pueda doblar de manera sencilla hasta el suelo. Es preciso seleccionar ramas jóvenes y vigorosas, de 1 o 2 años (Miss Chen, 2017a).

Se efectúa un corte diagonal en el área a curvar, por la cara de abajo, de 2,5 cm de largo, con el objetivo de contener ahí la savia para la formación de nuevas raíces. Esta zona donde se realizó el corte es la que irá enterrada (Miss Chen, 2017b).

Por otro lado, en vez de realizar un corte, se puede extraer un anillo de corteza alrededor de la rama, de unos 2 o 3 cm de longitud, como si fuera un acodo aéreo (Miss Chen, 2017b).

Se debe impregnar las hormonas de enraizamiento, en polvo o líquido, en el corte o el anillo, y mantenerlo abierto introduciéndole un pequeño palo. Luego, se retiran las hojas que se encuentran en la parte de la rama que va a ser enterrar, y se mantiene el follaje en la punta, para la fotosíntesis (Miss Chen, 2017b).

Se arquea la rama al suelo asegurándola con una horqueta y dejando un extremo de unos 30 o 40 cm para ser atada a un tutor vertical. La zona enterrada se cubre con tierra o, en el mejor de los casos, con turba mezclada con la tierra (Miss Chen 2017b).

Es necesario regar durante la época seca y mantener libre de malezas (Miss Chen, 2017b). El acodo simple es apropiado para enredaderas como jazmín, bignonias, madreselva, entre otras (Miss Chen, 2017b). Es útil también en especies que no enraízan, como *Ficus nitida* y caucho. Además, permite obtener plantas de mayor desarrollo en menor tiempo, en especies como crotón, caucho, duranta, mioporo, cucarda, etc.

- **Acodo múltiple o en serpentina**

Está compuesto por varios acodos en una misma rama.

Materiales

Los materiales que se usan son los mismos que el acodo simple.

Procedimiento

Se realiza con los mismos principios del acodo simple, pero la rama se entierra en varios puntos y no en uno solo. Así se pueden obtener numerosas plantas nuevas de una sola rama. Es esencial que cada sección de tallo tenga una hoja y una yema, de modo que podrá crecer y producir savia nutritiva por las hojas (Miss Chen, 2017b).

Luego de enraizarse, se corta cada porción para obtener varias plantas.

b. Acodo aéreo

Materiales

- Musgo molido
- Pabilo y cuchilla curva
- Bolsa de polietileno delgado de 1 a 2 milésimos de milímetro de grosor, a la cual se le debe eliminar el fondo, o también se puede utilizar el papel de aluminio. En caso la rama sea demasiado grande, de manera que la bolsa no pueda entrar por la parte terminal de la rama, se podrá utilizar un pedazo de plástico.

Procedimiento

- Se selecciona una rama madura de más de 2 cm de diámetro, se delimita el área de donde se realizará el anillado y se extraerá la corteza.
- Dependiendo del grosor de la rama, se remueve completamente alrededor de esta una tira de corteza de 1 a 1,5 cm de ancho.
- Después de retirar la corteza, se impregna la parte libre de la rama con hormonas de enraizamiento.
- Como sustrato, se puede usar tierra preparada con 60 % de compost, 20 % de humus y 20 % de arena intermedia. También se pueden usar sustratos que contengan una mezcla de fibra de coco y musgo en relación de 1:1.

- Una vez realizada la mezcla del sustrato, se procede a humedecerla para que pueda moldearse con facilidad en la zona donde se realizó el anillado. El sustrato se coloca sobre un plástico de color negro que rodea la parte anillada de la planta.
- Luego, se realiza el amarre del plástico que contiene el sustrato humedecido ubicado en la zona donde se realizó el anillado.
- Al acodo se le deben inyectar soluciones nutritivas, con la finalidad de darle las condiciones de humedad al sustrato e inducir a la formación de raíces.
- Se deben revisar los acodos aéreos cada 15 días. La formación de raíces tempranas dependerá de las especies ornamentales.
- Cuando los acodos aéreos hayan formado buen volumen radicular, se procede a cortarlos de la planta madre.
- Para separarlos de la planta madre, debemos cortar por debajo de las raíces desarrolladas, haciendo uso de tijeras de podar.
- Posteriormente, el acodo aéreo retirado de la planta madre se debe sumergir en una solución enraizante, con la finalidad de activar los terminales radiculares para que puedan ser plantados en campo definitivo o en macetas ornamentales.

El plástico utilizado en los acodos aéreos presenta las siguientes ventajas:

- a. Otorga la retención de la humedad del sustrato, por lo que es necesario regar cada vez que lo requiera, hasta que el acodo esté listo para corte y trasplante.
- b. Hace posible el intercambio gaseoso.
- c. Permite determinar fácilmente el momento en el que el acodo está enraizando, ya que es transparente (Miss Chen, 2017b). En algunas plantas, el enraizado se completa entre 2 y 3 meses o menos, según la época.

Generalmente, durante la primavera y el verano, el enraizamiento se lleva a cabo en dos meses, mientras que en invierno este proceso toma hasta tres meses.

Las especies que se propagan por acodo aéreo son crotón, cipreses, chiflera, cucarda, ficus parcela, ficus pandereta, ficus elástico variedad decora (caucho), mioporo, etc. (ver figura 3).



Figura 3. Nuevo plantón producto del acodo aéreo de crotón

3.2.5. Propagación por injertos

Es un procedimiento para la multiplicación asexual de plantas que consiste en poner en contacto parte de un vegetal, que recibe el nombre de injerto, púa o pluma, el cual va a convertirse en la parte superior o copa de la nueva planta, con la parte que va a constituir la porción baja, conocida con el nombre de patrón, pie o portainjerto, y que alimenta a la primera a través de sus raíces.

a. Ventajas de realizar un injerto

Es un sistema que permite difundir o multiplicar una variedad de planta. Por ejemplo, si alguien tiene un rosal de alta calidad, este puede ser difundido por medio de yemas que se obtengan de él. Hay que tener en cuenta que muchas especies no se propagan en forma comercial por estacas porque no enraízan o lo hacen en un bajo porcentaje.

El injerto permite fijar los caracteres de una variedad o propagar especies que, en determinada prima o por mutación, no producen semillas, como el naranjo nivel (huando), que no tiene semillas. Además, se obtiene precocidad, pues las plantas injertadas producen antes que las propagadas por semillas.

Asimismo, reduce el tamaño de la planta. Cuando un frutal es muy alto, dificulta y encarece la cosecha. Esto tiene especial interés en paltos, ya que una planta injertada solo tiene 5 cm de altura, mientras una franca alcanza los 15 m.

También puede brindar resistencia contra plagas y enfermedades. Para esto, es necesario conseguir patrones resistentes a estas infecciones; por ejemplo, patrones de rosales que no sean susceptibles a enfermedades radiculares o no sean atacados fácilmente por nematodos.

Existen diversos métodos de injertación, pero los más empleados en floricultura y ornamentales, e incluso en fruticultura, son injerto en T (escudete) e injerto de hendidura.

b. Partes de una planta injertada

• Injerto

Se le llama púa, pluma, ojo o escudete. Es la sección de la rama separada que contiene varias yemas en reposo. Cuando esta porción se ha unido al patrón, forma la parte superior del injerto, de la que se desarrollarán el tallo o las ramas de la nueva planta (ver figura 4). Esta porción es escogida por sus características favorables de alta calidad de frutos o flores.



Figura 4. Propagación por injerto

- **Patrón**

Se le llama pie o portainjerto. Es la porción baja del injerto que forma el sistema radicular de la planta injertada. Esta porción es escogida por su rusticidad, resistencia a plagas y enfermedades, buen vigor, etc. Puede proceder de una semilla, una estaca enraizada o un acodo.

c. Tipos de injertos

- **Injertos en T o escudete**

Es el más utilizado en la multiplicación de ornamentales. El concepto de T invertida se aplica solo para la protección en caso de acumulación de agua producto de la lluvia o de los sistemas de riegos utilizados.

La ejecución del trasplante del órgano del donante (yema) al receptor (patrón).

- Se debe seguir para concertar la yema dentro de la T. Se coloca la yema por arriba y luego se debe insertar ambas bases de la corteza de la yema dentro de la T. Con los pulgares, hay que presionar la yema hacia abajo. Hay que evitar doblar los bordes o la corteza de la yema o romper los bordes del corte longitudinal de la T. La yema deberá ser firmemente ajustada con una cinta plástica u otro material que dure por lo menos de 3 a 4 semanas (ver figura 5).



Figura 5. Injertación en T

- Luego, se debe envolver la parte superior e inferior de la yema insertada, y dejar solamente libre la yema u “ojo”. Es preferible iniciar el amarre de abajo hacia arriba (ver figura 5).
- Después de 3 o 4 semanas, es necesario examinar el vendaje y verificar si el patrón ha crecido lo suficiente en circunferencia como para que esté siendo dañado por el vendaje; en ese caso, este debe ser cortado en el lado opuesto en donde se ha colocado la yema.
- Generalmente, las yemas permanecen formantes, o sea, no brotan; sin embargo, se dan casos en los que comienzan a brotar algunas semanas después de injertadas. Después de 4 semanas, la parte terminal del patrón debe cortarse. Se recomienda el uso de tijeras bien afiladas para realizar este corte a 2 cm por arriba de la yema. Conviene también remover cualquier brote que provenga del patrón, tanto arriba como debajo de la yema, para evitar la competencia y la muerte del injerto.
- Cuando las plantas presentan una altura de 15 a 20 cm, hay que despuntar el terminal para provocar más brotes laterales, a fin de mantener la planta baja hasta que el tallo tierno comience a lignificarse.
- Esta precaución evita el daño que se puede provocar el romperse el tallo en la unión de la yema insertada, debido al viento o al excesivo peso de los brotes (poda de formación en rosal).

- **Injerto de hendidura**

Es el procedimiento mediante el cual se colocan tallos injertables del tipo pluma, parecidos al esqueje terminal de variedades selectas de frutales comerciales, sobre hendiduras provocadas en el corte de la sección transversal de la planta patrón (ver figura 6). Al realizar el injerto, se debe buscar que la zona del cámbium del injerto coincida con la zona del cámbium de la planta, con el fin de que ambos se suelden o peguen.

El tipo de injerto de hendidura es usado mayormente en especies como palto, manzano, peral, damasco, ciruelos, cucardas, etc.



Figura 6. Injerto en hendidura

Partes del injerto de hendidura:

- **Patrón.** También puede ser propagado por estaca, acodo o semilla. Por ejemplo, para el caso de cucarda, el patrón se propaga por medio de estacas, utilizando para esto estacas maduras (no verdes), que se pueden tomar de plantas corrientes (flor simple o pequeña). Estas estacas se pueden tomar de cualquier época del año.

Antes que las estacas sean injertadas en el campo, deben haberse desarrollado por lo menos un año en el suelo y estar bien enraizadas.

A diferencia del injerto en T, el patrón se corta al momento de realizarse el injerto, a una altura que varía según la conveniencia.

Cuando se trata de renovar una planta, por ejemplo, cucarda corriente por cucarda fina, este corte se puede hacer a 50 cm o más del suelo, según convenga.

La superficie de corte simple se debe efectuar con una tijera de podar y, luego, con una navaja muy cortante, se recortará la superficie donde se va a practicar la hendidura.

En resumen, el patrón debe tener por lo menos un año y un desarrollo radicular bastante bueno a fin de considerarlo apto para la injertación.

Durante el proceso de preparación, conviene realizar el corte vertical al centro del patrón, como dividiéndolo en dos en forma gradual, de modo que este corte tenga de 2 a 3 cm de longitud en profundidad.

Muchas veces, por exceso de fuerza por parte del injertador, se produce la rajadura excesiva del patrón (más de 2-3 cm de profundidad), lo que no conviene porque conducirá a una muerte segura del injerto y, muchas veces, hasta del patrón. Cuando sucede esto, es necesario recortar el patrón para eliminar el exceso de corte hasta que este tenga la medida recomendada.

En ocasiones, el patrón es muy grueso y se pueden colocar 2 o más plumas o púas en vez de una.

- **Injerto (púa o pluma).** Una vez que se ha seleccionado la rama yemera (esta parte se inserta sobre el patrón y constituirá la nueva copa de la planta que producirá los frutos o las flores exactamente igual a los de la planta de donde fue extraída), se corta un trozo que contenga 3 o 5 yemas. La longitud total de la pluma, generalmente, es de 8 a 10 cm. La parte superior de la pluma se corta en un plano inclinado sobre la yema; ambos lados de la base de la pluma se cortan en bisel y deben tener una longitud de más o menos 4 a 5 cm. Una condición importante en el caso de las ramas yemeras es que deben estar maduras (sin tejido tierno).

d. Ejecución de la injertación

Luego de seleccionar y preparar el patrón (corte vertical por el centro) y la pluma (corte de la base en bisel), se procede a abrir el corte central vertical del patrón con la parte opuesta al filo de la cuchilla de injertar y se introduce la pluma hasta que desaparezca todo el corte a bisel.

Luego se retira la herramienta. Debe producirse una coincidencia muy grande entre cortezas; de lo contrario, es preciso volver a hacer los cortes a bisel de la pluma. En el lado donde se coloca la pluma, las cortezas de esta y del patrón deben coincidir perfectamente. Hay que tener cuidado de no rasgar la corteza de los cortes a bisel de la pluma.

Si se rasgara, se volverán a preparar los cortes a bisel de la base de la pluma. Luego, se procede al amarre, utilizando para ese fin la cinta plástica; este amarre no debe ser demasiado fuerte, solo lo suficiente como para que se mantenga la unión interna entre las cortezas de la pluma y el patrón.

El amarre debe ser lo más hermético posible, para que no quede ningún corte al descubierto, pues por allí podría ingresar aire o agua, lo que ocasionaría la muerte de la pluma.

Es necesario, en este caso, tomar las mismas precauciones indicadas para las yemas. A los 30 o 40 días de realizada la enjertación, las yemas de la pluma comienzan a brotar. Igualmente, se comenzará a observar que se van uniendo la pluma y el patrón. Cuando esta unión se hace más evidente, tanto el patrón como la pluma empiezan a ser estrangulados por la cinta de plástico. Ese es el momento para cortar dicha cinta por el lado opuesto a donde se encuentra la pluma, y así dejar libre el patrón y la pluma para su futuro desarrollo. Igualmente, conviene eliminar todos los brotes del patrón que se formen por debajo del injerto, porque estos restringen el crecimiento de la pluma o incluso causan su muerte.

3.2.6. Propagación por separación

Se realiza con órganos que son estructuras vegetativas especializadas. Su propagación puede ser por medio de especialización, como en el caso de los bulbos y cormos, o por división, como en el caso de tubérculos, rizomas y raíces tuberosas. Estos órganos también desempeñan la función de almacenar alimentos.

a. Bulbos

Son órganos subterráneos con tallos, hojas y pequeñas flores convenientemente protegidas por cubiertas (escamas gruesas y carnosas), que mantienen a la planta en reposo durante las condiciones de clima adverso. Bajo condiciones ambientales aparentes, comienzan a crecer y florecer.

Según Siura (2016), existen dos tipos de bulbos:

- **Bulbos tunicados**

Este tipo de bulbo tiene escamas exteriores secas y membranosas que se superponen en forma de túnicas.

Estas capas se encuentran dispuestas en forma continua y concéntrica. Un ejemplo de especies que se propagan por bulbos tunicados son la cebolla y tulipán (ver figura 7).

El tulipán es una especie que necesita estaciones bien marcadas para alcanzar un buen desarrollo.

- **Bulbos escamosos**

En este caso, las envolturas son carnosas. Ejemplos de plantas que se propagan por bulbos escamosos son azucena, narciso, jacinto, lirio, *Hippeastrum*, clivia, *Hemerocallis*, etc. (ver figura 8).

El desarrollo del bulbo está formado por dos fases elementales:

- **Fase vegetativa**

Durante esta fase, los bulbillos aumentan de tamaño hasta alcanzar el desarrollo necesario para iniciar su floración (EcuRed, s. f.).

- **Fase reproductiva**

Consiste en la inducción de la floración, la diferenciación de las partes florales, la elongación del tallo floral y, por último, la floración (EcuRed, s. f.).



Figura 7. Bulbos de tulipán



Figura 8. Bulbo de azucena

- **Propagación**

Por ejemplo, la azucena se propaga naturalmente mediante la producción de pequeños bulbos o bulbillos que aparecen entre las escamas o encima del bulbo madre, pero siempre debajo del suelo.

Conviene cultivarlos por lo menos durante dos años hasta que alcancen su tamaño y tengan la suficiente reserva para iniciar su floración. Se sigue el mismo ciclo plantando los bulbitos cuando estos inician su formación de brotes. También la azucena se puede propagar por medio de sus escamas, las cuales deben separarse del bulbo madre a las 2 semanas de haberlo extraído del suelo.

Estas escamas carnosas tienen que desinfectarse y luego ser colocadas en cajas con arena húmeda. Se insertan en el terreno verticalmente, hasta alrededor de la mitad de su longitud. Después de 6 semanas, se deben formar en sus bases raíces y bulbillos.

Las escamas se trasplantan después a cajas o macetas hasta que cumplan un año y el bulbo haya crecido lo suficiente como para que esté en condiciones de florecer. Con otros tipos de bulbos, como *Eucharis*, *Hippeastrum* (amarilis), agapanto, etc., no se requiere seguir el proceso indicado para azucena, debido a que estas plantas no suelen ser atacadas por enfermedades o se propagan muy fácilmente en nuestro medio.

b. Cormos

Es la base engrosada de un tallo que se desarrolla bajo el suelo y en la cual se almacenan reservas alimenticias. Está envuelta por hojas secas con aspecto de escamas, como en el caso del gladiolo y el crocus, que cuentan con una estructura sólida de tallo con nudos y entrenudos (ver figura 9).

Cuando se extrae del suelo un cormo maduro, su base está envuelta por hojas secas que persisten en cada uno de sus nudos.



Figura 9. Gladiolo

Esta cubierta es conocida con el nombre de túnica. En el ápice del cormo se forma una yema vegetativa terminal, la cual, en un momento determinado, se desarrollará (Quiñones, 2015). La begonia tuberosa también se puede propagar por medio de estacas terminales o por medio de una hoja con yema, ya que ambas forman raíces tuberosas en sus bases.

c. Tubérculos

Es una porción terminal de un tallo subterráneo que se ha engrosado debido a la acumulación de materia alimenticia. Los tubérculos poseen yemas (ojos) distribuidas en un orden regular sobre su superficie.

Algunos ejemplos de plantas que se propagan por medio de tubérculos son la papa y el *Caladium*. La belleza de esta última especie radica en el color de su follaje manchado y, muchas veces, transparente (ver figura 10).



Figura 10. Tubérculo de *Caladium*

d. Raíces tuberosas

La raíz tuberosa es un órgano de reserva y propagación que carece de yemas “ojos” en su superficie. Esto es lo que ha confundido a muchos aficionados a la jardinería que han querido propagarlas al considerarlas tubérculos.

En las raíces tuberosas, las yemas se presentan solo en el extremo de la corona, pegadas al tallo. En el otro extremo (distal), se producen comúnmente raíces fibrosas (ver figura 11). Esto significa que las raíces tuberosas no se pueden dividir en secciones, debido a que no poseen yemas en su superficie.

Esto es un error que ocasiona desilusión en el aficionado a la jardinería, debido a que muchas veces planta sus raíces tuberosas como dalia, begonia tuberosa, gloxinia, pero estas no brotan, debido a que al hacer la división muchas de las raíces no poseen yemas en el extremo superior pegado al tallo.



Figura 11. Begonia tuberosa

e. Rizomas

Es un tallo horizontal que crece tanto subterráneo como en la superficie del terreno. Típicamente, el eje principal de la planta produce raíces en la parte inferior y envía ramas y yemas floríferas a la superficie del suelo. Ejemplos de plantas que se propagan por rizoma son *Canna* (achira), *Anthurium*, *Zantedeschia* (cartucho), *Aspidistra*, *Alocasia*, *Aglaonema tetrapanax*, etc.

3.2.7. Propagación por esporas

Se utiliza en el caso de los helechos. Se necesita tener frondas u hojas maduras de helechos con esporangios, que son manchas oscuras pulverulentas en el envés de las frondas. Para recolectar esporas, se colocan las frondas en bolsas de papel que deben mantenerse a una temperatura de 20 °C, aproximadamente, durante una semana. Luego, se separan las esporas y se siembran en una mezcla esterilizada de 2 partes de musgo intermedio o fino por una de compost, que se riega y cubre con un vidrio, y también se deja a unos 22 °C, aproximadamente, por cuatro meses, que es el tiempo en el que empiezan a notarse los prótalos (ver figura 12).



Figura 12. Propagación por esporas

Posteriormente, con la misma composición, se prepara en otra bandeja una mezcla similar donde se coloca distanciando los prótalos hasta que aparecen las hojas primarias.

MÓDULO

13

Gestión y manejo del compostaje de residuos vegetales



MÓDULO

13

Gestión y manejo de residuos vegetales

Una alternativa sustentable para la gestión de los residuos orgánicos es la elaboración de compost a partir de material vegetal, producto del mantenimiento de las áreas verdes de los distritos de Lima Metropolitana. Actualmente, gran cantidad de estos residuos vegetales no son diferenciados de los demás y son eliminados en los rellenos sanitarios (Córdova y Rossi, 2016).

Según el inciso 27.1. del artículo 27 del Decreto Supremo N.º 016-2012-AG, que aprueba el Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario: “los restos vegetales de cultivos o cosecha pueden ser reaprovechados como forraje para de animales de crianza; así también, se puede realizar su aplicación directa en la superficie del suelo, para incrementar su nivel de fertilidad, favorecer la estructura y textura del suelo y con el tiempo incrementar la infiltración de agua y reducir la erosión eólica e hídrica”.

Según el inciso 27.2. del artículo 27 del decreto supremo mencionado, “el compostaje es una opción para valorización para los residuos agrícolas donde estos restos vegetales se usan como estructurantes de aporte de carbono, para el buen funcionamiento del proceso de compostaje, también puede usarse como biocombustibles. Está prohibido realizar la quema de dichos residuos vegetales”.

1. Residuos de mantenimiento de áreas verdes

Son aquellos residuos vegetales generados por el mantenimiento de las áreas verdes, es decir, provienen de la poda del césped, árboles, jardines, bermas, separadores o parques. La recolección de estos residuos vegetales está a cargo de las municipales dependiendo de su jurisdicción (Lund, 1996), quienes realizan esta actividad en cumplimiento del programa de mantenimiento de áreas verdes que estén implementando (Cabrera y Rossi, 2016).

2. Definición de abonos orgánicos

Según Vila (2017), los abonos orgánicos son sustancias o compuesto, cuyo origen puede ser vegetal o animal, y debido a los grandes beneficios que generan son incorporados al suelo de manera directa (sin requerir un tratamiento previo).

Entre los principales beneficios generados por la aplicación de abonos orgánicos se encuentran la mejora de la estructura, aireación y retención de humedad del suelo y favorece al desarrollo de procesos microbianos (Nina, 2020).

Además, actúan como reguladores de la temperatura edáfica, retrasan el ciclo del fósforo mineral y aportan materiales resultantes de la descomposición natural de la materia orgánica, los cuales promueven el crecimiento de las plantas (Prieto, 2013, citado en Cabrera y Rossi, 2016). Por otro lado, proporcionan nutrientes al suelo, lo cual facilita la formación de humus y el aumento del intercambio catiónico (Romero *et al.*, 2004),

Para obtener mayores beneficios de la aplicación de abonos orgánicos, se debe asegurar de que estos pasen por un proceso más energético de mineralización, a fin de aportar nutrientes y minerales más asimilables para las plantas (Vila, 2017).

3. Definición de compostaje

El compostaje es un proceso de biotransformación (aeróbica y termófila) de residuos de origen orgánico, que da lugar a un insumo de interés agrícola denominado compost (Vila, 2017; Real Decreto 824 de 2005).

4. Definición de compost

El compost es un insumo orgánico muy útil en la agricultura, debido a los diversos beneficios que genera su incorporación en el suelo, como la mejora de la estructura del suelo (Binner, 2014, citado en Cabrera y Rossi, 2006). También se puede definir de las siguientes maneras:

- Transformación biológica de desechos orgánicos en insumos agrícolas con alto contenido de humus, utilizado para el acondicionamiento de la zona de siembra y para el aporte de nutrientes a las plantas (Marthur, 1991, citado en Cabrera y Rossi, 2006).
- Descomposición biológica controlada de residuos de origen orgánico realizada en un medio aerobio (Intec, 1997, p. 6).
- Producto generado a partir de la fermentación de desechos orgánicos bajo un medio aerobio, la intervención de bacterias, hongos e insectos descomponedores de materia orgánica y en condiciones específicas de aireación, humedad, temperatura y presencia de nutrientes (Labrador *et al.*, 1993, p. 28).

5. Beneficios del compost

Los principales beneficios físicos que brinda el compost se detallan a continuación.

a. Efecto sobre la compactación del suelo

El compost es un insumo orgánico que evita la compactación de los suelos y minimiza los impactos generados por la erosión hídrica. Para evitar estos problemas se debe aplicar compost en la superficie o dentro del perfil del suelo (Moreno, 2008, citado por Cabrera y Rossi, 2016).

Según Ingelmo e Ibáñez (1998), aplicar enmiendas de acolchado orgánico de compost en el suelo detiene el impacto del agua de lluvia, lo que favorece su infiltración, evita la pérdida de partículas del suelo (erosión) e incrementa la posibilidad de revegetarlo de manera natural.

b. Efecto sobre la estabilidad de los agregados del suelo

La estabilidad de las partículas del suelo depende del método de incorporación y de descomposición, ya que limitan su posición en el perfil del suelo y el porcentaje de partículas minerales asociadas; por tanto, el porcentaje de estabilidad de los productos orgánicos transformados y su rol en la porosidad del suelo. Debido a la adición de compost, los cambios en la cantidad de materia orgánica, los lípidos y polisacáridos (materiales inestables) generan cambios en la estabilidad de los agregados del suelo (Kay y Angers, 2002, citado en Cabrera y Rossi, 2016).

c. Efectos sobre la retención y el almacenamiento de agua del suelo

El compost en el suelo favorece el incremento en su capacidad de retención de agua y su capacidad de almacenamiento a nivel de saturación. Cuando el compost y el suelo entran en contacto, ya sea en un *in situ* o *ex situ*, forman una estructura con una distribución equilibrada de macroporos y microporos (Kay y Angers, citado en Cabrera y Rossi, 2016), mientras que los cambios a nivel estructural permanecen estables frente a los procesos de degradación del suelo (Ingelmo *et al.*, 2007, citado en Cabrera y Rossi, 2016).

d. Gestión de residuos vegetales de manera ambientalmente correcta

El sistema de reciclaje que actualmente se está implementando optimiza los recursos existentes y aprovecha los residuos sólidos de forma adecuada. De esta manera, se busca reducir la cantidad de residuos que se vierten en botaderos o rellenos sanitarios y, a su vez, la cantidad de insumos requeridos para el mantenimiento de las áreas verdes (Avendaño, 2003, citado en Cabrera y Rossi, 2016).

6. Objetivos del compostaje

Los objetivos generales del compostaje son los siguientes:

a. Reducir el volumen y el potencial de los residuos que producen daño a la salud y al medio ambiente

No se verán malezas acumuladas en las vías públicas, lo cual contribuirá al ornato de la ciudad.

b. Reducir el costo del recojo de maleza

La instalación de una planta recicladora evitará el traslado de los residuos vegetales que se producen diariamente hasta los rellenos sanitarios o botaderos; además, disminuirá el gasto en transporte y mano de obra.

c. Producir compuestos o abonos orgánicos (compost, humus)

A partir de los residuos vegetales, se producirán abonos orgánicos; asimismo, se podrá aprovechar otros productos secundarios, como la corteza de árboles picada para ser usada como cubresuelo.

d. Valorizar la materia orgánica a través de la transformación en compuestos húmicos estables

El reciclaje de residuos vegetales permitirá la producción de abonos orgánicos en cantidades suficientes para acondicionar y regenerar el suelo, y de esta manera abastecer a los viveros municipales y los principales parques de Lima Metropolitana.

e. Reducción de costo de adquisición de insumos

El costo por adquisición de humus de lombriz para la producción de flores se reducirá progresivamente hasta llegar, en el corto plazo, a ser sustituido, lo que permitirá un ahorro significativo.

7. Características de un buen compost

Un buen compost debe reunir las siguientes características:

- Contenido de nitrógeno orgánico del 1 % al 2 % sobre materia seca
- 25 % de materia orgánica sobre materia seca
- 40 % de humedad máxima
- Granulometría definida, para que el 90 % de las partículas mida 2 mm
- No superar los mínimos permitidos en metales pesados

8. Manejo de los residuos generados en las áreas verdes públicas

Los residuos generados por las áreas verdes pasan por los pasos de acopiado transitorio y traslado para su disposición final en el centro de compostaje.

a. Acopio transitorio de los residuos en el lugar de trabajo

Una vez terminada la labor de mantenimiento de las áreas verdes públicas, los residuos son recolectados en forma inmediata por el personal designado. Estos residuos están compuestos principalmente por residuos de podas de árboles y arbustos, residuos de corte de césped, malezas y aquellos generados por el cambio de las plantas de flor (estacionales).

La labor de recolección será realizada *in situ* para su posterior traslado a los rellenos sanitarios; sin embargo, en algunos casos, cuando el volumen producido excede la capacidad de recolección y traslado, se utilizan puntos informales de acopio.

La labor de recolección se realiza en forma manual, mediante unidades de transporte (camiones) y operarios (3 obreros y un chofer por unidad). Cabe mencionar que estas unidades de transporte se deben dedicar de forma exclusiva a la recolección de residuos verdes.

b. Traslado

Se realiza desde el punto de recolección (según el rol de mantenimiento) o, excepcionalmente, desde los puntos informales de acopio con destino hacia los centros de compostaje, rellenos sanitarios o botaderos.

c. Disposición final en el centro de compostaje

Los residuos provenientes del mantenimiento de las áreas verdes deben tener como destino final los rellenos sanitarios, para que el porcentaje de reciclado sea nulo.

Los desechos generados por las labores de mantenimiento son, en su mayoría, materiales esponjosos que tienden a ocupar grandes volúmenes dentro de los rellenos sanitarios (especialmente, los residuos de podas de árboles o arbustos), lo que disminuye su capacidad. No obstante, estos materiales presentan un enorme potencial para ser reciclados y convertidos en productos de uso benéfico, como biofertilizantes y acondicionadores del suelo a través del proceso de compostaje.

9. Pautas iniciales para diseño de plantas de compostaje

Según la *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje* (2016), el diseño de las instalaciones de la planta de compostaje garantiza que el proceso de compostaje se lleve a cabo correctamente y minimiza los impactos negativos de su ubicación en el entorno natural (emisiones, lixiviados, polvo, etc.) y las posibles molestias (malos olores, tráfico excesivo de camiones, ruidos) a poblaciones cercanas a la instalación.

El proceso de compostaje implica la posibilidad de que pase por fases sin oxígeno, lo que ocasionará malos olores. Por ello, el diseño de una planta debe tomar en consideración la ubicación de la planta (su orientación, su forma, la geografía), las vías de acceso hacia la planta de compostaje que eviten el impacto del tráfico, la proximidad de los núcleos habitados y los olores que se pueden generar durante el proceso de compostaje, y la cercanía de las redes de suministro de agua, electricidad y alcantarillado (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016).

Por ello, las plantas de compostaje deben instalarse en zonas rurales o semirurales y no en zonas industriales (en estas últimas el riesgo de generar molestias es similar al de cualquier núcleo residencial). Asimismo, deben estar alejadas de núcleos habitados, cauces de ríos, zonas inundables y zonas con freáticos muy superficiales. Si bien la distancia a núcleos habitados no es por sí misma un criterio restrictivo, se recomienda respetar una distancia de al menos 500 m. Esta distancia puede ser mayor, según la tipología de los residuos que deban tratarse y la tecnología empleada. Adicionalmente, para minimizar el impacto odorífero, la planta de compostaje debe ser compleja y contar con zonas confinadas, tratamiento exhaustivo de los gases, entre otros, lo que podría generar mayores costos en la implementación. De manera alternativa, se podría tratar un volumen inferior de residuos o plantear cambiar el tipo de residuos (Agencia de Residuos de Cataluña, 2016).

10. Planta de producción de compost

Para realizar el proceso de compostaje de residuos orgánicos generados por el mantenimiento de las áreas verdes, es necesario contar con un área donde establecer una planta de procesamiento, con el equipamiento requerido y los insumos para iniciar el proceso productivo del compost, los cuales se detallan a continuación:

10.1. Planta de compostaje

Una planta de compostaje es una instalación cuyo propósito es reciclar los residuos orgánicos por medio de un tratamiento biológico de estos, lo que da como resultado compost o abono orgánico (Planta de compostaje, 2014).

a. Área de ubicación

El área propuesta debe contar con ingreso propio y su ubicación debe ser ideal para la instalación de una planta de reciclaje de residuos vegetales. Principalmente, no debe colindar con viviendas, tener fácil acceso y cercanía con respecto a los puntos de recolección y los puntos finales de destino.

b. Distribución de las áreas

Si consideramos el compost como producto final, se debe dividir el área de trabajo de la siguiente manera:

• Zona de recepción del material

Esta zona será destinada al depósito inicial de los residuos que provienen del mantenimiento de las áreas verdes de cada distrito de Lima Metropolitana.

Debe estar ubicada en la zona próxima al ingreso vehicular; en ella se llevará a cabo la limpieza para eliminar los posibles materiales extraños que puedan afectar la calidad del producto y ocasionar daños a las maquinarias. Además, se separarán los residuos para ser triturados. Se requiere un área mínima de 500 m².

• Zona de preprocesamiento

El preprocesamiento consiste en la homogenización del material a través de una máquina trituradora de malezas o chipeadora, previo a su depósito en las pilas de compostaje. Esta operación tiene como finalidad disminuir el volumen del tamaño inicial de los materiales, lo que facilita el ataque microbial y acelera el proceso de compostaje. Requiere un área mínima de 500 m².

• Zona de pilas de compostaje

En esta zona estarán dispuestas las pilas (sobre el nivel del suelo) formadas por los residuos vegetales homogenizados y allí ocurrirá el proceso de compostaje propiamente dicho. Es necesario asegurar un terreno limpio (para evitar contaminaciones que afecten el producto final) y una pendiente adecuada para evitar problemas de encharcamiento como consecuencia del mojado de las pilas.

Las pilas serán divididas en las de fermentación (en etapa inicial) y las de maduración (parte final del proceso). Se construirán con forma trapezoidal y sus dimensiones dependerán de los materiales empleados y las condiciones climáticas. Es recomendable una altura máxima de 1 a 1,5 m y un ancho de la base, como mínimo, igual a la altura. Se requiere un área mínima de 3000 m².

- **Zona de desmenuzado y tamizado**

En esta zona se ubican las zarandas o cribas que serán empleadas para homogenizar en forma manual las dimensiones del producto final y lograr así que el compost llegue en un excelente estado de molido, lo que potenciará su valor final. Requiere un área mínima de 200 m².

- **Zona de almacenamiento**

Se prevé la construcción de una zona techada de aproximadamente 200 m², que será destinada al almacenamiento temporal del compost producido para su posterior traslado, la ubicación de una balanza para el pesado del producto final y, a su vez, el depósito de la maquinaria empleada.

11. Equipamiento requerido

La maleza procesada, en su mayoría, se obtiene mediante el uso de máquinas desbrozadoras, motosierras, podadoras de altura, cortasetos y Scag.

Residuos de madera, realizadas por la cuadrilla de poda, teniendo en cuenta la utilización de ramas delgadas (para su rápida degradación); en caso de ramas más grandes y densas se requiere el manejo de maquinaria como una chipeadora.

Chipeadora

La chipeadora presenta las siguientes características, las cuales dependen del volumen de los residuos que se van a tratar:

- Diámetro máximo: 152/6 mm/in
- Cantidad de cuchillas fijas reversibles: 4 unidades
- Diámetro y peso de rotor: 66/125 cm/kg
- Tamaño de la copa de alimentación: 23 x 23 cm
- Alimentación manual
- Motor Honda OHV Bic – 614 cc/20 HP
- Taque de combustible de 25 L
- Tráiler para ruta con rueda guía en lanza
- Peso: 656 kg
- Dimensiones (L x A x H): 193 x 203 x 229 cm
- Cubiertas neumáticas: 5,30" x 12"

11.1. Trituradora de malezas de 12" de diámetro de capacidad

Las trituradoras o picadoras de 09" son usadas en la producción industrial de compost. Presentan una gran apertura y un poderoso sistema de alimentación que limita la necesidad de recortes previos. Estas trituradoras son de fácil alimentación, alta producción y coste accesible.

La trituradora presenta las siguientes características, que dependerán del volumen de los residuos por tratar:

- Disco picador de 30" de diámetro x 1 ½" de espesor, con superficie y bordes diseñados para una exacta tolerancia
- Motor diésel 50 HP enfriado con agua y con embrague
- 8 cuchillas de doble filo de 7¼" x ½" de repuesto, 12 pernos para cuchillas y 4 filtros hidráulicos.
- Trabajo pesado, muelle (tolva) de carga, sistema de alineamientos tipo caja con dos ruedas (superior e inferior) de 17" de ancho x 7 ½ de diámetro, alimentación hidráulica y poderosas
- Gata de perno para levantar y chequear las ruedas
- Aperturas de la trituradora: 9 ½" x 17" para diámetros de hasta 9"
- *Self container*, sistema hidráulico 2500 PSI, incluye bomba hidráulica, reservorio de aceite, válvulas de control, ruedas de alimentación hidráulicas, motor 14,6 cu/in. Para los modelos 150 y 200+ y motor 32 cu/in. Para los modelos 250 y todos los componentes necesarios.
- Llantas *standard* 950 x 14.04.08.
- Tanque de combustible de polietileno de 8 galones con amortiguador de caucho
- Faros
- *Container* manual resistente al clima
- Sistema eléctrico de frenos de 12 voltios
- Mufle
- Tanque hidráulico de 7 galones con malla de tamizado para captura de escombros sobre la línea de succión y filtro de aceite sobre la línea de retorno.

12. Insumos para el proceso de compostaje

Algunos insumos son de mucha utilidad al momento de acelerar o estabilizar el proceso de compostaje. Materiales como la cal agrícola ayudan a controlar el proceso de descomposición cuando se generan malos olores o vectores como las moscas, mientras que los microorganismos efectivos (EM) ayudan a acelerar el proceso de descomposición (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

12.1. Insumos minerales

Cal agrícola o cal apagada

La cal agrícola tiene como principal función incrementar el pH y reducir el proceso de descomposición y la actividad biológica en la pila de compost (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Solo se deberá usar cuando la pila genere olores fuertes y vectores molestos como larvas o moscas, también cuando el pH es muy ácido y la humedad es mayor a la requerida en la etapa de compostaje (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Para aplicar este producto, es necesario tomar 500 gramos y esparcirlos sobre la pila de manera uniforme hasta cubrir toda la superficie (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

12.2. Insumos orgánicos

Microorganismos eficaces (ME)

Los microorganismos eficaces (ME), también llamados “caldos microbianos”, son un insumo fundamental para acelerar el proceso de compostaje y así reducir el tiempo requerido para la descomposición del material (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Para usar los microorganismos en las pilas, se deben diluir y mezclar cuatro litros de EM en 20 litros de agua y añadirlos en la pila con la ayuda de una regadera o un balde. Se pueden agregar nuevamente después de dos semanas de proceso (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

¿Qué no se debe usar para elaborar compost?

De acuerdo con Arévalo (s. f.), no se debe utilizar para elaborar compost lo siguiente:

- Restos de comida o carnes de cualquier tipo, ya que producen olores desagradables.
- Material vegetal o frutos en mal estado, ya que producen putrefacción.

- Los excrementos de perros y gatos o personas, ya que contienen microorganismos patógenos.
- Ceniza y aserrín de madera tratada o barnizada, porque poseen sustancias tóxicas.
- Materiales inorgánicos o no biodegradables; por ejemplo, plásticos de un solo uso, piedras, etc.

13. Modelo de funcionamiento de la planta de procesamiento de residuos sólidos

Una operación básica de compostaje consta de 6 pasos:

- Recepción del material
- Preprocesamiento
- Formación de la pila
- Volteo/Aireación
- Desmenuzado/Tamizado
- Producto final

13.1. Recepción del material

En la fase de recepción, la acción clave es minimizar la parte no compostable. Residuos como baterías, piezas largas de metal, plástico, rocas, suelo, alambres y tuercas pueden causar daños al equipo y contaminar el producto final. Se debe cuidar también que los residuos vegetales permanezcan sin contaminar por materiales como aceites, sales, combustibles, petróleo, pesticidas, pinturas y solventes. En esta etapa se realizará la selección previa del material por tipos y tamaños para su posterior preprocesamiento.

13.2. Preprocesamiento

La fase de preprocesamiento involucra la remoción de objetos indeseables y extraños, así como la manipulación del tamaño de las partículas involucradas en la tanda de compost. El picado (molido o triturado) reduce el tamaño de partículas. El material puede entonces ser mezclado con agentes de grueso volumen. Los agentes de volumen son torres gruesas o productos de madera picada que se añaden al compost para asegurar una buena porosidad y poros continuos, los cuales permiten la difusión de oxígeno en la pila.

Otra forma de preprocesamiento que se sugiere es premezclar todos los materiales tan homogéneamente como sea posible (monitoreando el contenido de humedad). Esto ayudará a minimizar manchas molestas en la pila, como las manchas frías o calientes. Los patógenos y semillas de malezas serán eliminados, y la descomposición ocurrirá en forma más uniforme y eficiente.

13.3. Formación de pilas

La correcta elección del tamaño/altura de la pila depende de varios factores. Las condiciones que pueden justificar una baja altura incluyen partículas pequeñas del material de compostaje, alta humedad del material o un área de alta precipitación, altas cantidades de materiales nitrogenados y climas cálidos. Las condiciones que pueden justificar mayores alturas incluyen un mayor tamaño de partículas o una alta proporción de agentes de volumen, bajas precipitaciones o baja humedad, clima frío, áreas de fuertes vientos y espacio limitado.

13.4. Volteo/Aireación

El volteo/aireación es una de las más importantes fases del trabajo. El volteo ayuda a mantener una temperatura dentro del rango de 34,4 a 60 °C. Si el material estuviese demasiado húmedo, el volteo también muelle el material, lo que lo libera de gases nocivos y reintroduce el oxígeno al sistema de poros. Esta operación es mucho más rápida y homogénea si se realiza de forma mecánica.

13.5. Desmenuzado/tamizado

Esta etapa final del proceso productivo se realiza con el objeto de homogeneizar el tamaño del producto final y asegurar un grado de mullimiento que potencie el efecto benéfico del material como enmienda orgánica. El desmenuzado/tamizado se realiza sobre el compost maduro (luego de 3 a 4 meses de iniciado el procesamiento) en forma manual o mecánica (a través de cribadoras especiales), luego del cual el producto está listo para su uso inmediato.

13.6. Producto final

El reciclaje de material vegetal no solo permitirá una reducción de los desechos verdes que van a los rellenos sanitarios, sino que generará productos orgánicos estables que se pueden usar como acondicionadores del suelo o como cubresuelos.

En una primera etapa, la planta de procesamiento de material vegetal producirá compost vegetal suficiente para mejorar la composición orgánica de las áreas verdes de Lima Metropolitana y comenzar con la producción de abonos orgánicos que permitirán el abastecimiento parcial del vivero de plantas.

14. Parámetros de medición

Para garantizar un compostaje de buena calidad, se deben llevar controles a lo largo del procesamiento, los cuales se basan fundamentalmente en los parámetros de humedad, temperatura y pH (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

14.1. Medición de temperatura

La temperatura es uno de los parámetros fundamentales del proceso de compostaje; esto se debe a que se relaciona directamente con la actividad microbiana en el interior de la pila, y puede identificarse la fase del proceso en la que esta se encuentra (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Para la medición de la temperatura en el proceso pueden utilizarse termómetros electrónicos o bimetálicos. La medición debe realizarse diariamente introduciendo la sonda del termómetro en el centro de la pila y esperar hasta estabilizar la medida durante un minuto (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

La tabla 1 resume las características óptimas por cada fase.

Tabla 1. Temperatura y humedades óptimas por fase

FASE	TEMPERATURA °C	HUMEDAD
Termófila	50-60	50 %-60 %
Mesófila	40-45	45 %-50 %
Estabilización	30-35	35 %-40 %
Maduración	24-26	20 %-30 %

Fuente: Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo (2019)

14.2. Medición de pH

El pH (potencial de hidrógeno) es un coeficiente que indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución o material. Particularmente, en el proceso de compostaje, muestra la calidad del medio en el que se desarrollan los microorganismos y este debe ser neutro (7) al finalizar. Específicamente, en las fases termofílica y mesofílica, el pH puede variar entre 6 y 8 unidades, mientras que las fases de estabilización y maduración deben ser cercanas a 7 (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Las mediciones se deben efectuar dos veces por semana y pueden realizarse mediante el uso de una cinta tornasol o, para obtener una mayor precisión, puede usarse un pH-metro digital. Para realizar la medición del pH, se toma de la pila un puñado de material (5 a 10 g), se agrega agua desionizada y se usa el instrumento de medición (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

La cinta de tornasol cambiará de color e indicará el pH de acuerdo con el abanico de colores que muestra. Esto ocurre después de dos minutos de sumergir una de sus puntas en la solución con muestra de compost. Por otro lado, el pH-metro digital debe calibrarse cada semana con ayuda de las soluciones *buffer*. En la medición, mostrará el resultado en la pantalla al estabilizarse 30 segundos después de sumergir el sensor en la solución (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

14.3. Medición de humedad

La humedad es un parámetro del que dependen la eficiencia y el tiempo que puede demorar el proceso de compostaje, por eso debe controlarse para evitar su exceso (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

El proceso de compostaje es principalmente aeróbico, por lo que se debe asegurar que el agua no sature el suelo, pues cada fase del proceso tiene un porcentaje de humedad ideal (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

En ese sentido, es importante que la humedad en la fase termofílica no supere el 65 %, debido que sobre este límite el proceso deja de ser aerobio y se convierte en anaerobio, lo que generará lixiviados y pérdida de nutrientes, y puede prolongar el proceso de compostaje (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

La medición de la humedad debe realizarse con ayuda de un horno de secado, con una frecuencia de 2 veces a la semana, al igual que la medida del pH (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Como primer paso, se debe tomar una muestra de la pila de compost, la cual se ubicará en un crisol, pesado previamente. A este peso se le llamará W0 y el peso de la muestra de compost ubicado en el crisol se denominará W1 (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Se lleva el crisol con la muestra de compost al horno, donde permanecerá durante cuatro horas a 100 °C para su secado. Finalizado este proceso, se pesa el crisol con muestra, dato que se denominará W2 (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

Para el cálculo del porcentaje de humedad, se aplica la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100$$

Este proceso puede llevarse a cabo de manera simultánea en todas las pilas. Se recomienda la medición de forma semanal, para definir la fase en la que se encuentran, sus requerimientos de humedad y, en el caso de la fase de maduración, conocer si el compost está listo para su empaque (humedad menor al 30 %) (Municipalidad Distrital de Pueblo Nuevo, 2019).

15. Control del proceso de compostaje

15.1. Tamaño y forma de las pilas

El tamaño aconsejable de las pilas es de 18 m de longitud, 4 m de ancho y 1,75 m de altura y deben presentar una forma redondeada en época de lluvias y plana durante el verano (Ros, 2006).

15.2. Homogeneidad de la mezcla

Los residuos vegetales objeto de compostaje son distintos en función de su procedencia y la época del año en que se obtienen. Por lo que, si se desea conseguir un compost homogéneo se debe procurar una buena homogeneización de los materiales de origen, lo cual se consigue mezclándolo mediante volteos (Ros, 2006).

15.3. Tamaño de las partículas

La diversidad de restos vegetales que se depositan para compostar proporciona una gran variedad de tamaño de las partículas, lo que facilita una mejor circulación de oxígeno.

15.4. Aireación

Se debe mantener una concentración de oxígeno superior al 10 % para que el compostaje se produzca de forma aeróbica. Cuando lo contrario ocurra o la temperatura baje de los 50 °C, es necesario realizar un volteo de manera manual o con apoyo de la cinta transportadora (Ros, 2006).

15.5. Humedad

Para que los microorganismos puedan desarrollar su actividad metabólica requieren agua. Si la humedad baja al 30 %, la actividad biológica se reduce considerablemente, y si está por encima del 60 %, puede provocar falta de aireación y ocasionar fermentaciones anaeróbicas. Los valores óptimos de humedad oscilan entre el 50 % y el 60 %.

15.6. Temperatura

Los niveles óptimos se sitúan entre los 50 y 65 °C durante la fase mesofílica. Si la temperatura es mayor a 70 °C, se produce la muerte térmica de los microorganismos, y si es menor a 50 °C, es poco probable una fermentación homogénea o que las semillas de malas hierbas y los elementos patógenos sean eliminados (Ros, 2006).

El rango de temperatura se mantiene constante a través de la aireación y el riego con agua que proviene de la balsa de lixiviados, la cual es rica en macroorganismos (Ros, 2006).

15.7. Contenido de nutrientes

La tasa de descomposición es determinada principalmente por el nitrógeno. El contenido de nitrógeno orgánico de los diferentes materiales que se van a recibir en la planta de compostaje es variable: suele oscilar entre el 0,2 % y el 0,6 % para las cortezas y maderas lignificadas, y entre el 0,6 % y el 1,4 % para los recortes de setos, herbáceas y céspedes. Esta variedad de restos garantiza una buena relación C/N (carbono nitrógeno) (Ros, 2006).

15.8. Relación C/N

La relación carbono nitrógeno (C/N) es un indicador de la calidad del sustrato, mediante el cual se determina la proporción de nitrógeno disponible para las plantas (Gamarra Lezcano *et al.*, 2018). Si este presenta un valor alto (en torno a 30), es decir 30/1, significa que el sustrato presenta una buena descomposición, a razón de que los microorganismos necesitan carbono para su crecimiento y sintetizan el nitrógeno para que pueda ser utilizado por las plantas (Ros, 2006, p. 226).

15.9. pH

Los restos orgánicos frescos suelen tener un pH ligeramente ácido, el cual se incrementa aún más al comienzo del proceso de compostaje, a causa de la formación de ácidos orgánico. Además, durante todo el proceso también se evidenciará un pH ligeramente ácido, el cual deberá ser controlado, para al final del proceso obtener un pH neutro del sustrato (Ros, 2006).

16. Material que no ha finalizado correctamente el proceso de compostaje

El proceso de compostaje comprende diversas etapas que deben completarse para obtener un producto de calidad. Por el contrario, utilizar un material que no ha concluido de manera correcta el proceso de compostaje puede ocasionar riesgos, como los que son explicados a continuación (Biblioteca Agroecológica, s. f.).

16.1. Fitotoxicidad

En los restos orgánicos que no se han compostado adecuadamente, se encuentra presente el nitrógeno en forma de amonio, el cual, cuando se encuentra bajo condiciones de calor y humedad, se transforma en amoniaco. El amoniaco es un compuesto químico que afecta a la calidad del sustrato, es decir, da origen a un sustrato tóxico para el desarrollo de las plantas y produce malos olores (Biblioteca Agroecológica, s. f.).

16.2. Bloqueo biológico del nitrógeno (hambre de nitrógeno)

Esta situación se da cuando los restos orgánicos no han alcanzado una relación C/N óptima, debido al alto contenido de carbono que presenta el sustrato. Entonces, cuando el material se aplica al suelo, los microorganismos consumen el carbono y, de manera rápida, incrementan el consumo de nitrógeno, lo que agota sus reservas en el suelo (Biblioteca Agroecológica, s. f.).

16.3. Reducción del oxígeno radicular

Esta situación se da cuando el sustrato que se aplica al suelo contiene restos orgánicos que aún se encuentran en proceso de descomposición, lo que reduce la disponibilidad de oxígeno para las plantas, ya que los microorganismos utilizan el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso de descomposición (Biblioteca Agroecológica, s. f.).

16.4. Exceso de amonio y nitratos en las plantas, y contaminación de fuentes de agua

Un sustrato orgánico que presente un alto contenido de amonio puede perderlo mediante infiltración o por volatilización, lo que causa impactos negativos en el ambiente, como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Del mismo modo, las plantas también pueden extraer nitratos, lo que puede conducir a una acumulación excesiva de estas sales. Esto afecta negativamente la calidad de las frutas (ablandamiento, corto tiempo de poscosecha) y la salud humana (Biblioteca Agroecológica, s. f.).

17. Incorporación de bocashi al área verde

El bocashi es un fertilizante ecológico que deriva de la fermentación aeróbica y anaeróbica de restos vegetales y estiércol de animales, al que se le pueden añadir elementos minerales como cal, roca fosfórica y otros, para enriquecerlo (Mendoza, 2016). El proceso de fermentación se realiza en un espacio interior cerrado o cubierto con plástico. Para producir este fertilizante, se debe delimitar el área de acuerdo con las necesidades de producción.

Según Mendoza (2016), usar el bocashi como fertilizante ecológico genera diversas ventajas, como las siguientes:

- Es un abono cuya producción es rápida, ya que se obtiene entre un periodo de dos a tres semanas.
- Debido al proceso de fermentación, sus nutrientes se disuelven facilitando su absorción por las raíces de las plantas.

- Producto de fácil operación.
- Contribuye a la protección del suelo, retención del agua, reduce la temperatura ambiental y protege la biodiversidad.

Mendoza (2016) acota que para la preparación de 60 sacos de bocashi, se requiere de los siguientes insumos:

- 40 a 45 sacos de excremento de animales tamizado (por ejemplo, gallina, cerdo, vaca, etc.)
- 10 sacos de césped o maleza sin tejido leñoso (producto de mantenimiento de áreas verde)
- 5 sacos de tierra de chacra, sin partículas grandes (piedras o terrones)
- 1 saco de ceniza vegetal
- 1 saco de carbón molido
- 1 saco o más de salvado de afrecho, o polvillo de arroz
- 500 g de levadura granulada o tres barras de levadura fresca para panificación.
- 8 tapas de chancaca o 4 L de melaza o 6 kg de azúcar rubia
- Agua a prueba de puño

17.1. Herramientas

- Lampa
- Manta de yute o plástico negro (el tamaño dependerá de la cantidad de bocashi a producir) (Mendoza, 2016)
- Cilindro o recipiente donde se realizará la mezcla de agua con chancaca o 4L de melaza o 6 kg de azúcar rubia

17.2. Preparación del bocashi

Este fertilizante ecológico debe prepararse en un espacio cerrado, donde no ingrese la radiación solar de manera directa o la lluvia, cerca de un suministro de agua y sobre una superficie afirmada (piso de cemento; Mendoza, 2016). A continuación, se explican los pasos a seguir:

Se colocan los insumos por estratos, a partir de la base:

- Rastrojo picado (trozos de 2 a 3 cm)
- Tierra

- Ceniza
- Carbón
- Estiércol
- Afrecho de trigo o polvillo de arroz

Luego, se disuelve la melaza, chancaca o azúcar en agua (preferentemente tibia), se agrega la levadura y se deja reposar por 10 minutos (Mendoza, 2016).

La mezcla anterior se distribuye uniformemente, utilizando una regadera, mientras se mezclan los insumos colocados en capas. Para determinar la humedad de la mezcla se recomienda realizar la prueba del puño, la cual consiste en tomar una muestra preparada, exprimirla con la mano y luego abrirla. Si la forma permanece igual y la mano sigue húmeda, indica que la mezcla está lista; por el contrario, si se forma barro, se deben agregar residuos secos (Mendoza, 2016).

La mezcla debe extenderse sobre la superficie utilizada para la producción del abono y cubrirse con una manta durante 3 días. A partir del tercer día, se realiza el volteo del abono por la mañana y al finalizar el día hasta culminar el proceso. Cuando la mezcla esté lista, se apila hasta una altura de 50 a 60 cm y se cubre con mantas de yute o lona, tal y como se puede observar en la figura 1 (Mendoza, 2016).



Figura 1. Apilamiento y tapado con manta del bokashi. Tomado de Mendoza (2016)

17.3. Importancia del bocashi

Es importante asegurar el volteo de las mezclas apiladas, ya que si no se realiza por más de tres días durante la fase de fermentación, la temperatura del abono se elevará a más de 70 °C, lo que excede el valor recomendado de 50 °C. Por ese motivo, se sugiere dar dos vueltas en los primeros cuatro días (una vuelta por la tarde y una vuelta por la mañana). Una buena opción es reducir progresivamente la altura de la mezcla a partir del quinto día, hasta obtener una altura de 60 cm a los 18 días. A partir del octavo día, se puede realizar una sola vuelta al día. Entre los 18 y 21 días, el abono fermentado ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la del ambiente. La mezcla es clara, seca, con una textura de polvo arenoso, de consistencia suelta y con olor a tierra de bosque (Mendoza, 2016).

El bocashi se utiliza al momento de plantar especies ornamentales, que pueden ser estacionales, perennes, arbustos, árboles, césped, etc. La dosis que se debe aplicar es de 1 kg/m². En el caso de la siembra de árboles, la dosis será de 2 a 3 kg por árbol.

El bocashi no debe estar expuesto al sol porque esto matará los microorganismos benéficos. Hay que mantenerlo bajo sombra y utilizarlo en función de la necesidad de las plantas. Este producto no se puede almacenar por más de 3 meses.

18. Producción

Toda la producción de compost generada mensualmente en m³ será destinada al mantenimiento exclusivo de las áreas verdes, y se incorpora al suelo como mejorador y activador biológico para el buen desarrollo de las plantas, como árboles y arbustos.

MÓDULO

14

Inventario de áreas verdes y de riego



MÓDULO

14

Inventario de áreas verdes y de riego

Según el Instituto Metropolitano de Planificación (2010), el inventario de áreas verdes y riego es un proceso de diagnóstico cuantitativo, es decir, identifica y determina el porcentaje de las áreas verdes urbanas. Esta información permite planificar estrategias y formular políticas de calidad para la recuperación de áreas verdes existentes y la creación de nuevas, con el fin de que los distritos de Lima Metropolitana cumplan con los estándares internacionales establecidos y así lograr un hábitat saludable para la ciudadanía y la biodiversidad.

La recuperación y el incremento de las áreas verdes de Lima serán de suma importancia para mitigar el cambio climático y mejorar las condiciones de vida de la población. Los árboles urbanos pueden reducir las temperaturas extremas al ser plantados alrededor de los edificios y casas, a fin de reducir el gasto de energía por aire acondicionado o calefacción; asimismo, se puede obtener alimento al sembrar árboles frutales u otras comestibles (FAO, 2018).

Elaborar estudios de diagnóstico a través de los inventarios permitirá brindar alcances sobre la gestión municipal relacionados con la gestión y el uso de recursos para la preservación de las áreas verdes y la mejora del ambiente urbano, con el objetivo de convertirla la ciudad en un lugar más habitable, placentero y sostenible (IMP, 2010).

1. Inventario de las áreas verdes

El inventario constituye una actividad para la estadística de cubiertas vegetales que tiene como objetivo el levantamiento de un conjunto de datos asociados con sus características físicas y de localización en un determinado espacio urbano y periurbano de la ciudad, a través de una sistematización del área verde urbana.

Asimismo, contribuye a determinar, de manera cualitativa y cuantitativa, el potencial de las áreas verdes urbanas. En términos cualitativos, permite conocer su localización geográfica exacta en el espacio urbano y su estado de mantenimiento, fitosanitario y de riego.

En términos cuantitativos, hace posible determinar la superficie (m²) de los diferentes tipos de coberturas, así como de las áreas por habilitar, como las zonas de césped/cubresuelos, de cercos, de macizos que se totalizan en áreas habilitadas, y las áreas por habilitar que finalmente totalizan la superficie de áreas verdes.

Asimismo, el inventario posibilita estimar la demanda per cápita de áreas verdes en la urbe, así como la valorización de las especies vegetales y los servicios ambientales que prestan (IMP, 2010).

1.1. Lineamientos para el desarrollo del formato de inventario de áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana

Los lineamientos que a continuación se detallan son aplicados en el formato de inventario de áreas verdes elaborado por las municipalidades distritales y los órganos corporativos de la Municipalidad Metropolitana de Lima con injerencia en el tema.

Se recomienda elaborar un formato por cada área verde del distrito, es decir, un formato por parque, plaza, alameda, entre otros, a fin de obtener información específica e independiente de cada una.

a. Encabezado del formato

- **Distrito.** Nombre del distrito en el cual se ha elaborado el inventario.
- **Gerencia responsable.** Área encargada de realizar el inventario.
- **Funcionario.** Persona a cargo de la gerencia o subgerencia responsable.
- **Técnico o especialista evaluador.** Persona natural o jurídica que lleva a cabo el inventario de áreas verdes del distrito.
- **Correo institucional.** Correo electrónico del funcionario responsable del inventario.
- **Fecha de elaboración.** Fecha en la cual se ha llevado a cabo el inventario.
- **Zona o sector distrital.** Espacio en el cual se encuentran las áreas verdes en evaluación. Dicha zona se establece a partir del plano de zonas o sectores vecinales del distrito.

Nota. En caso el distrito en evaluación tenga 6 zonas vecinales, se presentará una información independiente por cada zona, con las respectivas áreas verdes que la conforman.

- **Periodo estacional.** Estación del año en el cual se ha llevado a cabo el inventario.

b. Contenido del formato

- **Número (N.º).** Numeración secuencial que se designa cada área verde inventariada.
- **Nombre del área verde a inventariar.** Denominación municipal que recibe el área verde en evaluación. Ejemplo: parque 13 de Diciembre.
- **Tipo de área verde.** Tipo de área verde en evaluación. Se marcará a partir de una lista que contiene, entre otras, las siguientes alternativas:
 - Parque/plaza/bosque urbano
 - Alameda/malecón/paseo/pasaje
 - Separador central
 - Berma lateral
 - Intercambio vial, óvalo u otros
- **Coordenadas UTM-WGS84.** El área verde en evaluación debe estar debidamente georreferenciada en el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), con el Sistema de Referencia Geodésico WGS 84.

Nota. Las coordenadas en los tipos de áreas verdes se deben tomar en el centro de su superficie.

- **Metrado de áreas verdes.** Superficie en m² de los diferentes tipos de coberturas, así como de las áreas por habilitar.
 - **Área de césped/cubresuelos (m²) <1>**
Es el área de la superficie cubierta con césped/cubresuelos.
 - **Área de cercos (m²) <2>**
Es el área de suelo que ocupan los cercos vivos, es decir, el área superficial cubierta por las hileras continuas de arbustos.
 - **Áreas de macizos (m²) <3>**
Área de la superficie cubierta con macizos de flores.
 - **Áreas verdes habilitadas (m²) <4>**
Área con cobertura vegetal que cubre toda la superficie. Resulta de la suma de <1>+<2>+<3>.

- **Área por habilitar (m²) <5>**
Área sin o con mínima cobertura vegetal, destinada a la habilitación de un área verde.
- **Área total (m²) <4+5>**
Es la suma de las superficies de área verde habilitada y área verde por habilitar.
- **Especies de plantas.** Se mencionan las especies de plantas para cada tipo cobertura vegetal.

Césped/cubresuelos. Son plantas de limitada altura, herbáceas, perennes y densas que son empleadas para cubrir la superficie del suelo, con lo que se obtiene un tapiz vegetal herbáceo (Santos, 2018), entre ellos se tiene:

- Césped americano (*Stenotaphrum secundatum*)
- Césped bermuda (*Cynodon dactylon*)
- Césped paspalum (*Paspalum notatum*)
- Apenia (*Apenia cordifolia*), u otros

Cercos de arbusto. Son elementos lineales divisorios, como hileras continuas de arbustos, que se establecen con el objetivo de marcar un límite en un terreno o separar diferentes áreas. Entre ellos se tiene:

- Cucarda (*Hibiscus rosasinensis*)
- Verbena (*Lantana cámara*)
- Mioporo (*Myoporum laetum*)
- Cheflera (*cheflera variegada*)
- Huaranguillo (*Acacia horrida*)
- Abutilón, u otros

Macizos de flores. Son agrupaciones de flores que crecen de manera simultánea.

- Clavel de la India (*Tagetes patuda*)
- Margarita (*Bellis perennis*)
- Digitalis (*Digitalis purpurea*)
- Prímula (*Primula denticulata*), u otros

- **Diagnóstico cualitativo del área verde**
 - **Estado del mantenimiento.** Se indicará si es bueno (B), regular (R) o malo (M).
 - **Estado fitosanitario.** Se indicará si es bueno (B), regular (R) o malo (M).
 - **Fuente de agua/Tipo de riego.** Primero, se indicará si la fuente de agua es potable (P), agua tratada (AT), agua servida (S), agua de regadío (R) o agua de pozo (AP); seguido por un / para, posteriormente, indicar el tipo de riego, si es por gravedad (G), manguera (M), tecnificado (T) o camión cisterna (C).
 - **Estado del riego del área verde.** Se indicará si es eficiente (E) o ineficiente (I).
- **Observaciones o recomendaciones.** Se describen las observaciones o recomendaciones.
- **Firma del técnico o especialista evaluador.** Especialista responsable del inventario.

2. Inventario de riego de las áreas verdes

El inventario de riego de áreas verdes urbanas constituye una actividad para la estadística de los sistemas y las procedencias de riego, que tiene como objetivo el levantamiento de un conjunto de datos asociados con las superficies y los volúmenes usados para el riego eficiente en un determinado espacio urbano y periurbano de la ciudad (Minagri, 2015).

El inventario permite determinar, de manera cuantitativa, el potencial y uso de riego de las áreas verdes urbanas. En estos términos, se determina la superficie (m²) de los diferentes tipos de áreas verdes habilitadas y por habilitar, con los sistemas de riego empleados y su procedencia en superficie y volumen. Asimismo, el inventario permite estimar la demanda per cápita de riego por área verde urbana en la ciudad y la valorización de los servicios ambientales que brindan las áreas verdes (Victorio, 2017).

2.1. Lineamientos para el desarrollo del formato de inventario de riego de áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana

Los lineamientos que a continuación se detallan son aplicables en el desarrollo del formato de inventario de riego de áreas verdes, que deberá ser realizado por las municipalidades distritales y los órganos corporativos de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

a. Encabezado del formato

- **Distrito.** Nombre del distrito en el cual se ha elaborado el inventario.
- **Gerencia responsable.** Área competente encargada de realizar el inventario.
- **Funcionario.** Persona a cargo de la gerencia o subgerencia responsable.
- **Técnico o especialista evaluador.** Persona natural o jurídica que lleva a cabo el inventario.
- **Correo institucional.** Correo electrónico del funcionario responsable del inventario.
- **Fecha de elaboración.** Fecha en la cual se ha llevado a cabo el inventario.
- **Zona o sector distrital.** Espacio en el cual se encuentran las áreas verdes en evaluación. Dicha zona se establece en relación con el plano de zonas o sectores vecinales del distrito.

Nota:

Si el distrito en evaluación tiene 6 zonas vecinales, se presentará una información independiente por cada zona, que detallará las características de riego de las áreas verdes que la conforman.

- **Total de agua tratada (m³).** Es la cantidad de agua que ha pasado por un proceso de tratamiento antes de ser empleada en el riego de las áreas verdes que conforman la zona distrital en evaluación. Esta información se incluye siempre y cuando el distrito cuente con una infraestructura en su jurisdicción para la depuración de aguas residuales denominada planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) (OEFA, 2014).
- **Total de agua para riego (m³).** Es la cantidad total de recursos hídricos empleados para el riego de las áreas verdes de la zona distrital en evaluación (Aquafondo, 2018).
- **Total de áreas verdes (m²).** Es la superficie total de cobertura vegetal que presenta la zona distrital evaluada.

b. Contenido del formato

- **Número (N.º).** Corresponde a la numeración secuencial que se designa cada área verde inventariada.
- **Nombre del área verde.** Denominación municipal que recibe el área verde en evaluación. Ejemplo: parque 13 de Diciembre.

- **Tipos de áreas verdes.** Tipo de área verde en evaluación. Se marcará a partir de una lista que contiene, entre otras, las siguientes alternativas:
 - Parque/plaza/bosque urbano
 - Alameda/malecón/paseo/pasaje
 - Separador central
 - Berma lateral
 - Intercambio vial, óvalo u otros
- **Punto principal de abastecimiento de agua de riego.** Corresponde en caso el área verde en evaluación presente dentro de su superficie un punto de abastecimiento de agua. Se deberán detallar las coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), con sistema de referencia geodésico WGS 84, y la altitud (m s. n. m.) del punto de abastecimiento.

Nota: las coordenadas del punto principal de abastecimiento de agua para riego se deben medir en el centro de su superficie. En el caso de riego con camión cisterna, el punto de referencia se tomará en la cota más elevada de la superficie del área verde (Alcalde, 2017).
- **Metrado de áreas verdes.** Se cuantifica la superficie (m²) del área verde habilitada, así como del área verde por habilitar.
 - **Área habilitada (m²) <1>**
Área con cobertura vegetal que cubre toda la superficie.
 - **Área por habilitar (m²) <2>**
Área sin o con mínima cobertura vegetal, destinada a la habilitación de área verde.
 - **Área total (m²) <1+2>**
Es la suma de las superficies del área verde habilitada y el área verde por habilitar.
- **Sistema de riego**

<a>. Superficie y volumen del sistema de riego: Se consideran la superficie (m²) y el volumen (m³) del área verde regada, empleando uno o más de los siguientes sistemas:

 - Tecnificado. Se clasifican en:
 - Aspersión
 - Goteo

- Convencional. Se clasifican en:
 - Regadío, inundación o gravedad
 - Camión cisterna
 - Uso de manguera en puntos de agua
- **Procedencia de agua de riego**
 - . Superficie y volumen de la procedencia del agua de riego**
 - Se toman la superficie (m^2) y el volumen (m^3) del área verde regada, en la cual se señala la fuente de agua, que de acuerdo con Salazar (2017) puede ser:
 - Potable (Sedapal)
 - Río o canal de regadío
 - Agua de pozo (subterránea)
 - Agua residual tratada
 - Agua servida (sin tratamiento)
- **Firma del técnico o especialista evaluador.** El especialista responsable del inventario.

3. Anexos

3.1. Formato de inventario de áreas verdes

Formato: Inventario de áreas verdes																			
N.º	Nombre del área verde a inventariar	Tipo de áreas verdes*				Coordenadas UTM		Metrados de áreas verdes						Observaciones o recomendaciones					
		Parque / plaza / bosque urbano	Alameda / malecón / paseo / pasaje	Separadora central	Bermas laterales	Intercambio vial, óvalo u otros	Este	Norte	"Área de grass / Cubresuelo (m²)(1)"	"Área de cercos (m²) (2)"	"Área de macizos (m²) (3)"	"Área verde habitada (4) = (1) + (2) + (3)"	"Área verde por habilitar (5)"		"Área total (4 + 5)"				
Gerencia responsable:		Funcionario:		Zona o sector distrital:		Período estacional:		Especies de plantas						Diagnóstico cualitativo del área verde					
Técnico o especialista evaluador:		Correo institucional:		Fecha de elaboración:		Macizos de flores		Cercos de arbustos		Grass / Cubresuelos		Estado del mantenimiento			Estado fitosanitario				
Estado del mantenimiento		Estado fitosanitario		Fuente de agua		Tipo de riego		Estado del riego en el área verde		Notas especiales:									
Metrados de áreas verdes (m²):		Área verde habitada: área con cobertura vegetal y de otras especies de plantas que cubren toda la superficie.		Área por habilitar: área no sembrada, no existe ninguna especie vegetal.		Área total: área verde habitada + área verde por habilitar		R: Regular		B: Bueno		P: Potable		C: Gravedad		E: Eficiente		I: Ineficiente	
M: Malo		M: Malo		S: Agua servida		T: Tecnicado		R: Agua de regadío		C: Camión cisterna		AP: Agua de pozo		"Firma Técnico o especialista evaluador"					
Total																			

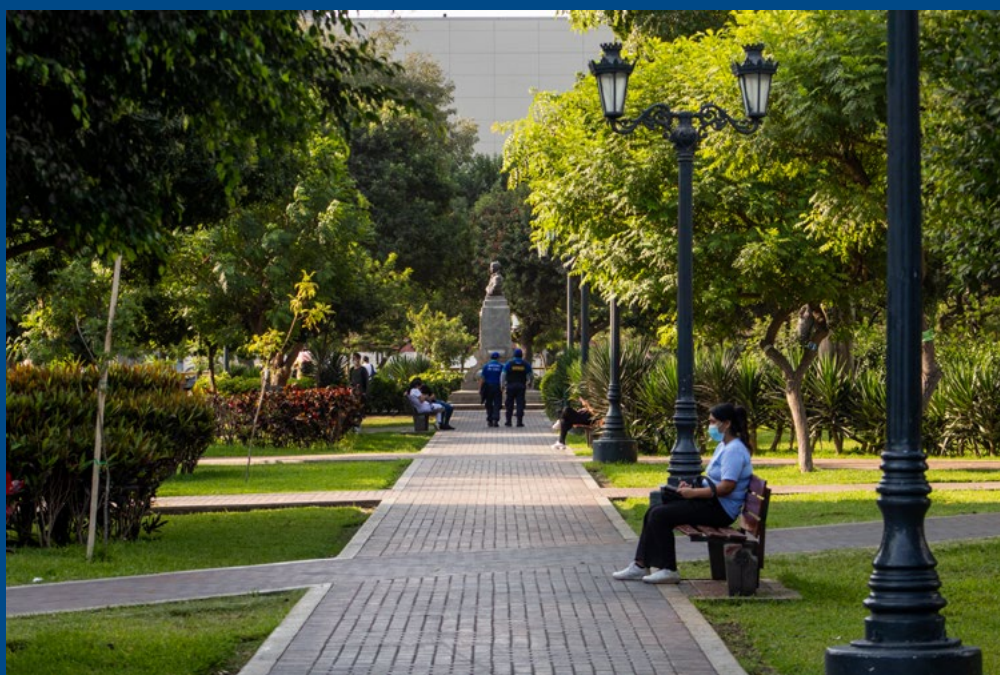
4. Formato de inventario de riego de áreas verdes

Formato: Inventario de riego de áreas verdes																					
Distrito:		Técnico o especialista evaluador:			Zona o sector distrital:																
Gerencia responsable:		Correo institucional:			Total m ² - agua tratada:			Total áreas verdes (m ²):													
Funcionario:		Fecha de elaboración:			Total m ² - agua de riego:																
N.º	Nombre del área regada	Tipo de áreas verdes*				Punto principal de abastecimiento de agua de riego	a. Superficie y volumen del agua del sistema de riego				b. Superficie y volumen de la procedencia del agua de riego										
		Parque / plaza / bosque urbano	Alameda / malecón / paseo / pasaje	Separadora central	Bernas laterales		Intercambio vial, óvalo u otros	Tecnificado		Convencional		Potable (Sedapal)	Río / Canal de regado (subterránea)	Agua de pozo (subterránea)	Agua residual tratada	Agua servida (sin tratamiento)					
Coordenadas (UTM - WGS84)		Metrado de áreas verdes		Aspersión (m ²)	Goteo (m ²)	Inundación o gravedad (m ²)	Camión cisterna (m ²)	Uso de manguera en puntos de agua (m ²)	Aspersión (m ²)	Goteo (m ²)	Inundación o gravedad (m ²)						Camión cisterna (m ²)	Uso de manguera en puntos de agua (m ²)	"Área total (1) + (2)"	Área por habilitar (2)	Área habilitada (1)
Alcance		Área por habilitar (1)										"Área total (1) + (2)"		Área por habilitar (2)		"Área total (1) + (2)"					
Total																					
Descripción		Notas especiales																			
Metrados de áreas verdes (m ²):		1. Las coordenadas del punto principal de abastecimiento de agua de riego deberá tomarse en el centro del mencionado punto.																			
Área verde habilitada: área con cobertura vegetal y de otras especies de plantas que cubren toda la superficie.		2. Los totales de superficie y volumen del agua de los sistemas de riego serán iguales a los totales de la superficie y el volumen de la procedencia de agua del agua de riego.																			
Área por habilitar: área no sembrada, no existe ninguna especie vegetal.		3. Consignar si cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes, operada y administrada por la municipalidad. Expresar en volumen tratado (m ³ /día) en los cuadros siguientes (si tiene más PTAR, seguir numerando verticalmente):																			
Área total: área verde habilitada + área verde por habilitar		PTAR 1: m ³ /día										PTAR 2: m ³ /día									
		"Firma Técnico o especialista evaluador"																			

MÓDULO

15

Valorización económica de áreas verdes urbanas



MÓDULO

15

Valorización económica de las áreas verdes urbanas

Es un proceso mediante el cual los gobiernos locales valorizan los activos de los bienes patrimoniales florísticos y edafológicos de sus áreas verdes, estimando el valor básico vigente del bien en sí mismo y el valor de los servicios ecosistémicos que proporciona al ambiente urbano.

Contar con áreas verdes en un medio árido como Lima involucra realizar, por parte de las municipalidades, grandes inversiones financiadas con los tributos de los vecinos y los fondos de recaudación e inversión pública, tanto para su establecimiento como para su permanente mantenimiento y conservación.

Una buena administración municipal de estos recursos orientará la inversión a obtener numerosos beneficios y servicios ecosistémicos que mejoren las condiciones del medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.

En consecuencia, las áreas verdes existentes son producto de una inversión inicial y una permanente en el tiempo, realizadas por los gobiernos locales, por lo que deberán ser valorizadas económicamente, en concordancia con la Ley Forestal y de Fauna, la Ley del Ambiente y la actual ordenanza vigente, para su incorporación como bienes patrimoniales. Asimismo, cualquier intervención que pueda causar daño a las áreas verdes y su arbolado implicará estimar su valor económico para compensar el daño causado.

1. Definición de la valorización económica de las áreas verdes urbanas (VEcAV)

La valorización económica de las áreas verdes urbanas es una herramienta económica de gestión y ambiental que contempla la estimación del valor básico de los componentes vegetacionales y el suelo, así como del valor de los servicios ecosistémicos de regulación y soporte ambiental de las áreas verdes urbanas.

Asimismo, la valorización económica proporciona a las municipalidades la oportunidad de contar con un activo patrimonial e incorporarlo a sus cuentas, tal como se estipula en el inciso 9, art. II, Título Preliminar de la Ley N.º 29763 (Ley Forestal y de Fauna Silvestre) y en el D. S. N.º 012-2009-MINAM (Política Nacional del Ambiente).

2. Importancia de las áreas verdes urbanas

El crecimiento acelerado de las ciudades ha comprometido su paisaje, lo que genera problemas para el ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos. Frente a ello, la conservación de las áreas de la urbe es fundamental, debido a que brindan servicios ecosistémicos, tales como el aprovisionamiento de agua, mejora en la composición de aire y regulación de procesos de los suelos, que benefician la vida de las personas que habitan en las ciudades. Se destaca, además, que las áreas verdes están comprendidas dentro del desarrollo territorial, al cumplir un servicio público. Esto debe ser tomado en cuenta por los gobiernos locales y el Estado en su conjunto, para lograr una dinámica en el desarrollo social, ambiental, económico y cultural de las ciudades (Quispe *et al.*, 2019).

3. Componentes de la valorización económica de las áreas verdes urbanas

La valorización económica de las áreas verdes urbanas (VEcAV) incluye dos componentes, que revisaremos a continuación.

Fórmula de valorización económica de las áreas verdes urbanas

$$VEcAV = VEcCV + VEcS$$

Donde:

VEcAV: valorización económica del área verde urbana

VEcCV: valorización económica de los componentes vegetacionales (1)

VEcS: valorización económica del suelo del área verde urbana (2)

- a. La valorización económica básica comprende el costo de mercado del metrado de los componentes vegetacionales de la flora, el suelo donde se emplazan y desarrollan el césped, los macizos de flores, y los arbustos y las especies arbóreas de menos de 2,5 metros de altura (VEcCV).
- b. La valorización económica del suelo de áreas verdes comprende la valorización del propio suelo como un bien de mercado y la de los servicios ecosistémicos que este proporciona: captura de carbono y recarga del acuífero (VEcS).

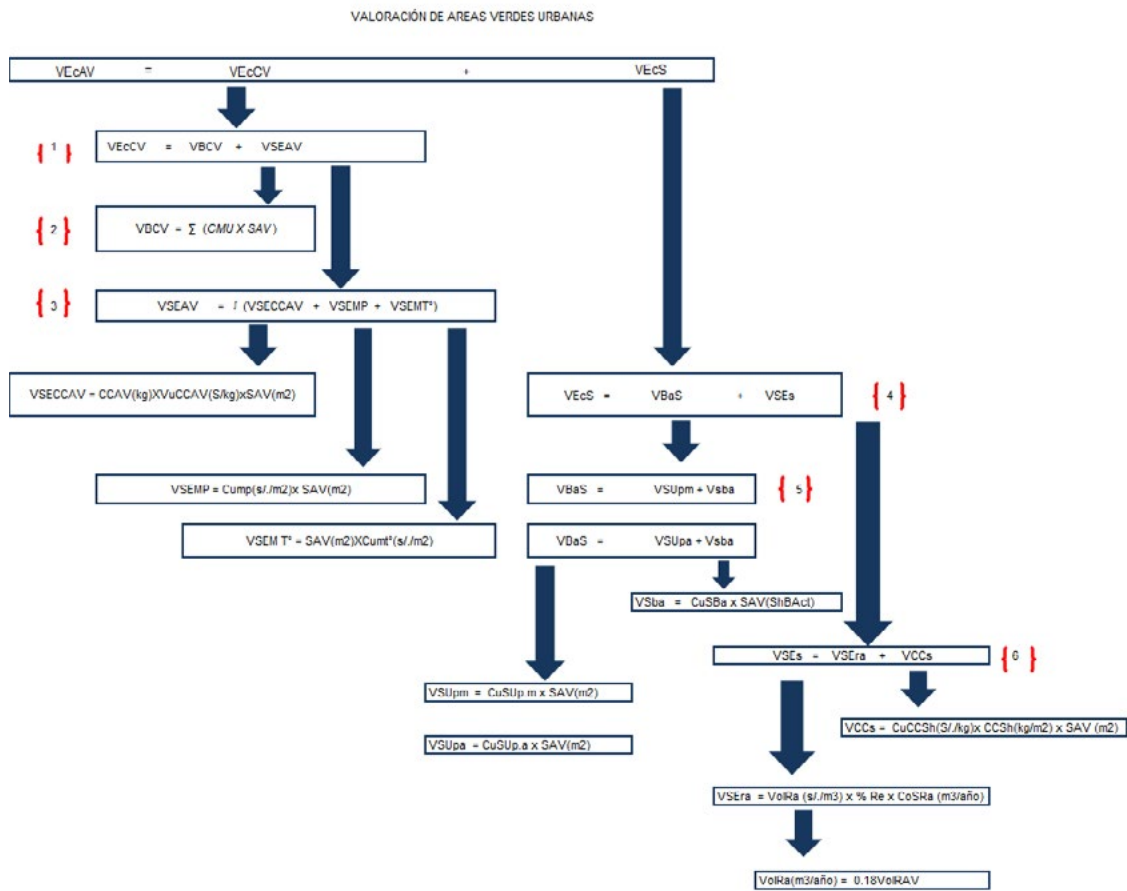


Figura 1. Diagrama de valorización económica de las áreas verdes urbanas

4. Valorización económica de los componentes vegetacionales (VEcCV)

$$VEcCV = VBCV + VSEAV$$

Donde:

VEcCV: valorización económica de componentes vegetacionales

VBCV: valorización básica de los componentes vegetacionales del área verde urbana

VSEAV: valorización de los servicios ecosistémicos del área verde urbana

4.1. Valorización básica de los componentes vegetacionales (VBCV)

Comprende la valorización de las especies que conforman la cobertura vegetal de las áreas verdes, para lo cual se parte de valorizar cada individuo botánico en sí. Comprende desde su etapa de vivero, mantenimiento y capitalización anual, y debe luego medir o metrar la superficie de cobertura que ocupa cada especie realizar la estimación, tal como se describe en las siguientes fórmulas aplicadas para un arbolado menor de 2,5 m de altura establecido en las áreas verdes y con el ejemplo de las tablas 1 y 2.

a. Costo de mercado de árboles de menos de 2,5 m dentro de las áreas verdes

Es el precio de mercado de cada especie forestal de menos de 2,5 m de altura, establecido por SERPAR.

Tabla 1. Precio de mercado de especies forestales urbanas de menos de 2,5 m de altura

Nº	Especie forestal		Altura (m)	Precio de mercado (sin IGV) S/	Precio de mercado (con IGV) S/
	Nombre común	Nombre científico			
1	Casuarina	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	0,5 a 1	6	7,08
2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	< 0,5	4	4,72
			0,5-1	6	7,08
3	Cedro rosado	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	< 0,5	4	4,72
			0,5-1	8	9,44
			1 a 2	12	14,16
4	Ceibo	<i>Ceiba pentandra</i>	0,5-1	6	7,08
5	Eucalipto costeño	<i>Eucalyptus Camaldulensis</i>	0,5-1	6	7,08
6	Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	0,5-1	6	7,08
7	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0,5-1	10	11,8
8	Melia	<i>Melia azedarach</i>	0,5-1	6	7,08
9	Molle costeño	<i>Schinus terebenthifolius</i>	0,5-1	6	7,08
10	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	0,5-1	6	7,08
11	Morera	<i>Morus nigra</i>	0,5-1	6	7,08
12	Pacae	<i>Inga edulis</i>	0,5-1	6	7,08
13	Palmera hawaiana	<i>Crhysalidocarpus lutescens</i>	0,5-1	12	14,16
14	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,5-1	8	9,44
15	Huaranhuay	<i>Tecoma stans</i>	0,5-1	10	11,8
16	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	0,5-1	6	7,08

Nota. Fuente: Serpar: Inventario valorizado de los activos biológicos de los parques zonales y viveros de Serpar Lima

b. Valorización básica de metros cuadrados unitarios de especies de plantas de los componentes vegetacionales del área verde

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$VBCV (VaMT) = \sum_{i=1}^n (VaMU \times SAV)$$

Donde:

VBCV (VaMT): valorización básica de los componentes vegetacionales (valor del metrado total)

$\sum_{i=1}^n (VaMU \times SAV)$: sumatoria total de los productos del metrado unitario por especie multiplicada por la superficie de área verde que ocupa

VaMU: valor del metrado unitario por especie

SAV: superficie del área verde en m²

En la tabla 2, se parte de la valorización de cada componente vegetacional, la cual comprende desde su etapa en vivero y su mantenimiento aplicando una capitalización anual, para luego medir o metrar la superficie de cobertura que ocupa, a fin de estimar su valor.

Tabla 2. Valorización básica de los componentes vegetacionales (valor del metrado total)

Componentes vegetacionales del área verde	Especie		Marco de plantación referencial por metrado unitario	Unidad de metrado	Cantidad de plantas por unidad de metrado (a)	Costo unitario por especie s/ (b)	Factor por capitalización (10 %) (c)	Valor de metrado unitario por especie "vamu" costo por unidad de metrado (cum) (a*b*c = d)	Superficie de área verde m ² "sav" (e)	Valor de metrado total de áreas verdes (VMT o VECV) s/ (d*e)
	Nombre común	Nombre científico								
Césped	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	1 x 1	m ²	1	8	1,1	8,8	4050	35 640
	Paspalum *	<i>Paspalum vaginatum</i>	1 x 1	m ²	1	26,9	1,1	29,59	200	5918
	Americano	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	1 x 1	m ²	1	6,5	1,1	7,15	3000	21 450
	Japonés **	<i>Zoysia japónica</i>	1x1	m ²	1	8,5	1,1	9,35	40	374
Macizos de flor	Marigold	<i>Tagetes erecta</i>	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	12	274,56
	Salvia roja	<i>Salvia splendens</i>	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	20	457,6
	Agerato	<i>Ageratum houstonianum</i>	5 x 5	m ²	25	1,3	1,1	35,75	6	214,5
	Dogo	<i>Antirrhinum majus</i>	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	30	386,1
	Petunia	<i>Petunia x hybrida</i>	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	12	274,56
	Girasolillo	<i>Verbescina encelioides</i>	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	40	514,8
	Geranio	<i>Pelargonium x hortorum</i>	3 x 3	m ²	9	3	1,1	29,7	20	594
Macizos de cubresuelos	Aptenia	<i>Aptenia cordifolia</i>	4 x 4	m ²	16	1,5	1,1	26,4	40	1056
	Sanguinaria enana	<i>Alternanthera bettzickiana</i>	5 x 5	m ²	25	1,5	1,1	41,25	12	495
	Zebrina	<i>Tradescantia zebrina</i>	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	80	1188
	Roheo	<i>Roheo discolor</i>	4 x 4	m ²	16	1,5	1,1	26,4	80	2112
	Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	80	1188
	Clavel chino	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	120	1782
	Coleus	<i>Plectranthus scutellarioides</i>	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	20	257,4

Macizos de arbustos	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	3 x 3	m ²	9	20	1,1	198	9	1782
	Croton	<i>Codiaeum variegatum</i>	3 x 3	m ²	9	15	1,1	148,5	12	1782
	Acalipha	<i>Acalypha wilkesiana</i>	3 x 3	m ²	9	15	1,1	148,5	9	1336,5
	Alternanthera fucsia	<i>Alternanthera sessilis purple</i>	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	9	133,65
	Mioporo (0.3 m) **	<i>Myoporum laetum</i>	3 x 3	m ²	9	10,68	1,1	105,732	12	1268,784
	Duranta golden	<i>Duranta repens</i>	3 x 3	m ²	9	2	1,1	19,8	9	178,2
Cercos de arbustos	Abutilon	<i>Malvaviscus arboreus</i>	4 x 2	ML	8	5	1,1	44	60	2640
	Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	4 x 2	ML	8	10	1,1	88	20	1760
	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	4 x 2	ML	8	20	1,1	176	10	1760
	Lantana	<i>Lantana camara</i>	4 x 2	ML	8	1,5	1,1	13,2	40	528
	Mioporo (0,8 m) **	<i>Myoporum laetum</i>	4 x 2	ML	8	33,9	1,1	298,32	40	11 932,8
	Huaranguillo	<i>Acacia horrida</i>	4 x 2	ML	8	8	1,1	70,4	120	8448
Total									8212	107 726,454
Superficie de área verde (SAV) (metrado total: m ²)			8212							
Valor de metrado total de áreas verdes (VMT o VECV) s/(d*e):			107 726,454							

(*) Vivero 4 Estaciones

(**) Vivero Tania

(***) Cercado de Lima, Valor arancelario Promedio: S/ 1087,4, Valor precio de mercado promedio: S/ 5001,36

4.2. Valorización de los servicios ecosistémicos del área verde urbana (VSEAV)

Está comprendida por la valorización de los principales servicios ecosistémicos que las áreas verdes urbanas proporcionan a la población, de forma directa e indirecta. Cada día vemos que cada vez son más numerosos los servicios ecosistémicos que proporcionan las áreas verdes; sin embargo, para los fines de valorización se procedió a seleccionar aquellos considerados más trascendentales e importantes por su objetividad y por las referencias de antecedentes de evaluación, investigación y de metodologías de valorización ambiental que se han desarrollado en nuestro medio, lo que permite establecer un procedimiento más sencillo.

Por consiguiente, para la valorización ambiental de las áreas verdes se han seleccionado los siguientes servicios ecosistémicos: captura de carbono, mitigación de polvo y mitigación de temperatura. En el caso de estos dos últimos, se empleó el método de bienes sustitutos que proporcionen similares servicios ambientales análogos a los de los servicios ecosistémicos que proporcionan las áreas verdes, para lo cual se han establecido y desarrollado las fórmulas a continuación:

$$VSEAV = f(VSECCAV + VSEMP + VSEM T^{\circ})$$

Donde:

VSEAV: valorización de los servicios ecosistémicos del área verde urbana

VSECCAV: valorización del servicio ecosistémico de captura de carbono del área verde urbana (a)

VSEMP: valorización del servicio ecosistémico de mitigación de polvo (b)

VSEM T°: valorización del servicio ecosistémico de mitigación de temperaturas (c)

a. Valor del servicio ecosistémico de captura de carbono en área verde (VSECCAV)

Para valorizar económicamente el servicio ecosistémico de captura de carbono por las áreas verdes, es necesario considerar la cobertura vegetal comprendida principalmente por especies de gramíneas cespitosas. En tal sentido, tomando como base referencial local, las evaluaciones y resultados del Informe final de 2012 sobre la captura de dióxido de carbono (CO₂) en parques del distrito de Jesús María, elaborado por el Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, se procederá a determinar la captura de carbono promedio por m² de cobertura del área verde y el porcentaje de masa seca.

Para determinar este servicio ecosistémico de captura de carbono, usaremos los siguientes valores de dicho informe:

- BH/m²: biomasa húmeda promedio/m² del área verde en un metro cuadrado que es 3,645 kg/m²
- %MS: porcentaje de materia seca promedio 51,7 %
- Factor de conversión de carbono orgánico: 1,724
- SAV: Superficie de área verde en m²
- Valor unitario de captura de carbono (VuCCAV): \$30/t/C o S/ 0,11/kg/C

De tal manera que el carbono orgánico capturado o carbono capturado en áreas verdes (CCAV) se expresaría así:

$$CCAV = BH/m^2 \times \%MS \times 1,724 \times SAV$$

Reemplazando valores:

$$CCAV = 3,645 \text{ kg/m}^2 \times 0,517 \times 1,724 \times SAV$$

Teniendo en cuenta que el valor unitario de captura de carbono es de 0,11 soles por kg de carbono capturado, el cual debe actualizarse cada año, inferimos que el valor del servicio ecosistémico de carbono capturado en áreas verdes (VSECCAV) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$VSECCAV = BH/m^2 \times \%MS \times 1,724 \times 0,11 \times SAV$$

Finalmente, al reemplazar valores:

$$VSECCAV = 3,645 \text{ kg/m}^2 \times 0,517 \times 1,724 \times 0,11 \times SAV$$

$$VSECCAV = 0,3575 \text{ SAV}$$

b. Valor del servicio ecosistémico de mitigación de polvo en área verde (VSEMP)

Para la estimación del valor de servicio de mitigación de polvo, se toma en consideración el costo unitario anual de limpieza de polvo por m² al año (Cump), que será nuestro bien sustituto, y la superficie estimada del área verde. Este servicio se cotiza de manera anual y se expresa en la siguiente fórmula:

$$VSEMP = \text{Cump} \times \text{SAV}$$

Donde:

VSEMP: valor del servicio ecosistémico de mitigación de polvo (S/)

Cump: costo unitario anual de limpieza de polvo por metro cuadrados (S/ 21,54 m²/año)

SAV: superficie de área verde en m²

Tomando como ejemplo el Cump para el Cercado de Lima, tenemos lo siguiente:

- Salario mensual: S/ 1100
- Días laborados por mes: 26 días
- Rendimiento por mes de barrido de longitud por ancho de vía: 2500 m x 0,60 m = 1500 m²

Tenemos:

Costo unitario de limpieza de polvo = salario mensual (soles/día) / días laborados por mes (día) x rendimiento por día (m²).

Costo unitario de limpieza de polvo = S/ 1100 / (26 días x 1500 m²)

Costo unitario anual de limpieza de polvo = S/ 0,028 x m² x 365 días

Costo unitario anual de limpieza de polvo (Cump) = S/ 10,29 x m² x año x SAV

Valor del servicio ecosistémico de mitigación de polvo = S/ 10,29 x m² x año x SAV(m²)

$$VSEMP = S/ 10,29 \times SAV$$

c. Valor del servicio ecosistémico de mitigación de temperatura (VSEMT)

Para hallar el valor de regulación de la temperatura (soles / año) que nos dan las áreas verdes, es necesario conocer su superficie y el costo unitario anual de mitigación de temperatura por m² (Cumt), que se obtendrá con un bien sustituto que nos brinde un servicio análogo de mitigar las altas temperaturas en exterior.

En este caso, se tomará como referencia el bien sustituto de climatizador de aire acondicionado para ambientes abiertos, cuyas características se describen a continuación.

Climatizador de aire acondicionado para ambientes abiertos:

Marca: Winmore

Modelo: WM 24

Duración: 5 a 10 años

Costo: \$ 700 x S/ 3,56 = S/ 2,492

Área de cobertura promedio: 100 m²

A fin de estimar el costo unitario por unidad de superficie de área verde, se procede a dividir el costo del climatizador de aire acondicionado entre su área de cobertura promedio:

Costo unitario del climatizador por unidad de superficie (Cumt): S/ 24,92/m²

El valor de servicio ecosistémico de mitigación de temperatura (VSEMT) se obtendrá del producto entre la superficie de área verde (SAV) y el costo unitario del climatizador como el costo unitario de mitigación de temperatura por metro cuadrado (Cumt), como se observa en la siguiente fórmula:

$$VSEMT = SAV \times Cumt$$

Donde:

VSEMT: valor de servicio ecosistémico de mitigación de temperatura (soles)

SAV: superficie de área verde en m²

Cumt: costo unitario de mitigación de temperatura por metro cuadrado (S/ 24,92/m²)

Finalmente, la fórmula queda de la siguiente manera:

$$VSEMT = SAV \times S/ 24,92/m^2$$

5. Valorización económica del suelo del área verde

Para el caso de la valorización del suelo en áreas verdes urbanas, igualmente, se abordó la valorización básica, que es la valorización del suelo como un bien de mercado y la de los servicios ecosistémicos que proporciona, como se describe en la siguiente fórmula:

$$VEcS = VBaS + VSEs$$

Donde:

VEcS: valorización económica del suelo

VBaS: valorización básica del suelo del área verde urbana

VSEs: valorización de servicios ecosistémicos del suelo

5.1. Valor básico del suelo del área verde urbana (VBaS)

Compuesto por el valor básico del suelo como un bien raíz sujeto al precio del mercado inmobiliario o al precio base referencial de arancel (establecido por la Oficina de Tasaciones del Ministerio de Vivienda para todos los distritos de Lima) y la valorización del suelo como un objeto del mercado de viveros sujeto a la oferta y a la demanda (caracterizada por ser un suelo vivo, es decir, un suelo biológicamente activo). Para ello, se han establecido las siguientes fórmulas que describen cómo determinar ambas valorizaciones.

a. Valorización del suelo urbano a precio de mercado, según cada distrito (VSUp.m)

$$VBaS = VSUp.m + VSba$$

Donde:

VBaS: valorización básica del suelo

VSUp.m: valor del suelo urbano a precio de mercado, según cada distrito

VSba: valor del suelo biológicamente activo (c)

Para determinar VSUp.m y VSba, se utiliza la siguiente fórmula:

$$VSUp.m = CuSup.m \times SAV$$

El CuSUP.m es el costo unitario del suelo urbano a precio de mercado promedio o el valor del suelo urbano a precio de mercado.

El valor de precio de mercado del suelo está determinado por la oferta y demanda de vivienda de cada distrito, el cual depende del movimiento del mercado inmobiliario. La tabla 3 señala los valores que se tomaron de estudios sobre el mercado inmobiliario realizado por Capeco y CIAL, actualizado a 2019.

Tabla 3. Valor de precio de mercado del suelo de los distritos de Lima

N.º	Distrito	CuSUP.m (S/m ²)
1	Ancón	2207,89
2	Ate	3764,13
3	Barranco	8342,96
4	Breña	4414,87
5	Carabaylo	2292,48
6	Chaclacayo	2806
7	Chorrillos	4360,69
8	Cieneguilla	2300
9	Comas	2308,47
10	El Agustino	3118,89
11	Independencia	3800
12	Jesús María	6166,79
13	La Molina	5143,86
14	La Victoria	5394,85
15	Lima	5001,36
16	Lince	6120,32
17	Los Olivos	3201,08
18	Lurigancho	2763
19	Lurín	3500
20	Magdalena del Mar	5865,77
21	Miraflores	8131,24
22	Pachacamac	1272
23	Pucusana	2310
24	Pueblo Libre	5351,85

25	Puente Piedra	2920,34
26	Punta Hermosa	2310
27	Punta Negra	2310
28	Rímac	3404,98
29	San Bartolo	2310
30	San Borja	7375,61
31	San Isidro	8530,44
32	San Juan de Lurigancho	2753
33	San Juan de Miraflores	3700
34	San Luis	4600
35	San Martín de Porres	2846,06
36	San Miguel	4952,19
37	Santa Anita	4452
38	Santa María del Mar	3870
39	Santa Rosa	1200
40	Santiago de Surco	6323,93
41	Surquillo	5986,49
42	Villa El Salvador	2624,29
43	Villa María del Triunfo	2560

b. Valorización del suelo urbano a precio de arancel, según cada distrito (VSUp.a)

$$VBaS = VSUp.a + VSba$$

Donde:

VBaS: valorización básica del suelo

VSUp.m: valor del suelo urbano a precio de mercado, según cada distrito

VSUp.a: valorización del suelo urbano a precio de arancel, según cada distrito

Para determinar VSUp.a y VSba, se usan las siguientes fórmulas:

$$VSUp.a = CuSup.a \times SAV$$

El CuSup.a es el costo unitario del suelo urbano a precio de arancel promedio o valor de precio arancel del suelo promedio.

Permite determinar el valor total de un predio de un contribuyente por metro cuadrado. Los valores están establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y son actualizados anualmente y publicados en su página web: <http://tramites.vivienda.gob.pe/ValoresArancelarios/consultavalores.aspx>,

En el enlace se puede acceder a los valores arancelarios por distrito. Se tomaron los valores arancelarios de los planos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), y se consideraron los valores en cinco tipologías de vías y cinco valores de arancel para obtener un promedio distrital por m² (tabla 4).

Tabla 4. Formato para la recopilación de valores de arancel por distrito

Plano/ sector	Distrito	Lugar	Valores					Promedio
			Mín.	2	3	4	Máx.	
		Parque/plaza/ bosque urbano						
		Alameda/ malecón/ paseo/pasaje						
		Separadora central						
		Bermas laterales						
		Intercambio vial/óvalo/ otros						
							Promedio distrito	

Finalmente, en la tabla 5, se resume el costo unitario del suelo urbano a precio de arancel promedio y el costo unitario del suelo urbano a precio de mercado promedio.

Tabla 5. Resumen de costo unitario del suelo urbano (precio de arancel promedio) y costo unitario del suelo urbano (precio de mercado promedio por distrito)

N.º	Distrito	CuSup.a (S/m ²)	CuSup.m (S/m ²)
1	Ancón	138,4	2207,89
2	Ate	397,6	3764,13
3	Barranco	406,32	8342,96
4	Breña	784,8	4414,87
5	Carabayllo	119,72	2292,48
6	Chaclacayo	167,2	2806
7	Chorrillos	141,64	4360,69
8	Cieneguilla	69,72	2300
9	Comas	122,08	2308,47
10	El Agustino	317,8	3118,89
11	Independencia	240,52	3800
12	Jesús María	1049,2	6166,79
13	La Molina	415	5143,86
14	La Victoria	896,8	5394,85
15	Lima	1087,4	5001,36
16	Lince	653,6	6120,32
17	Los Olivos	143,4	3201,08
18	Lurigancho	67,68	2763
19	Lurín	88,2	3500
20	Magdalena del Mar	443,48	5865,77
21	Miraflores	669,6	8131,24
22	Pachacamac	26,8	1272
23	Pucusana	172,8	2310
24	Pueblo Libre	659,2	5351,85
25	Puente Piedra	125,68	2920,34
26	Punta Hermosa	106,08	2310
27	Punta Negra	99,92	2310
28	Rímac	230,2	3404,98
29	San Bartolo	122,6	2310
30	San Borja	649	7375,61
31	San Isidro	917,6	8530,44
32	San Juan de Lurigancho	239,8	2753

33	San Juan de Miraflores	138,6	3700
34	San Luis	334,2	4600
35	San Martín de Porres	291,6	2846,06
36	San Miguel	1235,4	4952,19
37	Santa Anita	173,4	4452
38	Santa María del Mar	427,6	3870
39	Santa Rosa	74,8	1200
40	Santiago de Surco	568,4	6323,93
41	Surquillo	617,8	5986,49
42	Villa El Salvador	134,8	2624,29
43	Villa María del Triunfo	153,6	2560

c. Valor del suelo biológicamente activo (VSba)

El valor del suelo biológicamente activo se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$VSba: CuSba \times SAV(ShBAct)$$

Donde:

CuSba: costo unitario del suelo de chacra (*S/ 70,8 metro)

ShBAct: profundidad del suelo húmedo biológicamente activo, que puede ser de 0,30, 0,40, 0,60 m, según el componente vegetacional, como se muestra en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Valor del suelo biológicamente activo según la profundidad del componente vegetacional

Componente vegetacional	VSba (S/)	CuSba* (S/m ³)	ShBAct (m)	SAV (m ²)
Césped/cubresuelo	VSba	70,8	0,3	SAV
Arbustos	VSba	70,8	0,4	SAV
Arboles (<2,5 m)	VSba	70,8	0,6	SAV

*CuSba: Precio de chacra en S/m³, se tendrá que actualizar anualmente. Fuente: Vivero Yachacuy
 SAV: Superficie de área verde en m²

Los valores del suelo biológicamente activo a las profundidades son en metros 0,30, 0,40, 0,60, y se obtendrá por producto del precio del suelo de chacra con dichas profundidades, que se resumen en la tabla 7:

Tabla 7. Valor del suelo biológicamente activo según la profundidad del componente vegetacional

Componente vegetacional	VSBa	(S/m ²)	SAV (m ²)
Césped/cubresuelo	VSBa (0,30 m)	21,24	SAV
Arbustos	VSBa (0,40 m)	28,32	SAV
Árboles (<2,5 m)	VSBa (0,60 m)	42,48	SAV

*CUSBa: Precio de chacra en s/m³, se tendrá que actualizar anualmente. Fuente: Vivero Yachacuy
 SAV: Superficie de área verde en m²

Finalmente, la valorización básica del suelo se obtendrá reemplazando los valores de la fórmula. Según el distrito, variarán las valorizaciones del suelo urbano a precio de mercado o de arancel, así como la superficie de área verde.

5.2. Valorización de servicios ecosistémicos del suelo (VSEs)

Es la valorización de los servicios ecosistémicos principales que proporciona el suelo de las áreas verdes en nuestro medio, como la regulación de los flujos hídricos, lo que contribuye a la retroalimentación de los acuíferos o de la napa freática, y el servicio ecosistémico de captura de carbono que variará en función del horizonte de profundidad del suelo biológicamente activo, como se describe en la siguiente fórmula:

$$VSEs = VSEra + VCCs$$

Donde:

VSEs: valorización de servicios ecosistémicos del suelo del área verde urbana

VSEra: valorización de servicios ecosistémicos de recarga del acuífero (a)

VCCs: valorización de captura de carbono del suelo de áreas verdes (b)

a. Valorización de servicios ecosistémicos de recarga del acuífero (VSEra)

Es una valorización caracterizada por el volumen de agua que es incorporado al suelo de las áreas verdes en nuestro medio, lo que regula los flujos hídricos y contribuye a la retroalimentación de los acuíferos o la napa freática, que se muestra con la siguiente fórmula:

$$VSEra: VolRa \times \% Re \times CoSRa$$

$$VSEra: VolRa \times 0,18 \times CoSRa$$

Donde:

VSEra: valoración del servicio de recarga de acuífero

VolRa: volumen de riego de áreas verdes en m³/año

% Re: porcentaje volumen de riego para recarga de acuífero del 18 % que infiltra y alimenta el acuífero (Chiong, 2015)

CoSRa: costo por el servicio de recarga de acuífero cuyo componente será el costo por servicio de agua de pozo en soles/m³, por su importancia en el mantenimiento y manejo en el tiempo.

Para la aplicación de la presente fórmula, se recomienda que cada gobierno local identifique los costos por servicio de agua de pozo.

b. Valorización de captura de carbono del suelo del área verde (VCCs)

Es la valorización caracterizada por la captura de carbono que variará en función del horizonte de profundidad del suelo biológicamente activo, que se muestra con la siguiente fórmula:

$$\text{VCCs: } CuCCSh \times CCSh \times SAV$$

Donde:

CuCCSh: costo unitario de captura de carbono 0,11 S/kg o 30 \$/t (Killicoat, Puzio y Stringe, 2002).

CCSh (SOC, por sus siglas en inglés): cantidad en kilos de carbono capturado en una profundidad de horizonte de suelo biológicamente activo, por unidad de m² de cobertura verde.

SAV: superficie de área verde en m²

Para hallar el CCSh (Torres, 2017), se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{SOC} = \%C \times Da \times 100 \times Ps$$

Donde:

SOC: contenido de carbono orgánico en el suelo (t/ha o t/m²)

%C: concentración de carbono orgánico en el suelo (prueba de laboratorio, % de partículas menores a 2 mm)

Da: densidad aparente (t/m^3 o Mg/m^3), según la tabla 8 sobre densidad aparente del suelo por texturas

Ps: profundidad del suelo (m)

Tabla 8. Densidad aparente del suelo por texturas

Textura del suelo	Densidad aparente (g/cm^3)
Franco arenoso	1,35-1,44
Franco	1,34-1,50
Franco arcilloso limoso	1,35-1,49
Franco limoso	1,24-1,54
Franco arcilloso	1,35-1,49
Franco arcilloso arenoso	1,34-1,49
Arcillo limoso	1,24-1,46
Arcilla	1,18-1,34

Dado que en Lima Metropolitana se tienen suelos similares con densidad aparente que oscila entre $1,35-1,44 g/cm^3$ propia de un suelo franco arenoso, la ecuación puede ser simplificada.

La profundidad del suelo está determinada por el estrato del componente vegetacional que esa superficie posea, para los tres tipos de estrato (bajo, medio, alto) en un área verde urbana (tabla 9).

Tabla 9. Profundidad de suelo por tipo de planta en superficie

Componente vegetacional	Estrato	Profundidad de suelo (cm)	Horizonte	Profundidad del horizonte (cm)
Césped/cubresuelo	Bajo	30	O/A	30
Arbustos	Medio	40	A	30-40
Árboles (<2,5 m)	Alto	60	A/C	40-60
Árboles (> 2,5 m)	Alto	100	C	>60

Se recomienda que para la aplicación de la presente fórmula cada gobierno local realice sus propias pruebas en laboratorio para determinar la concentración de carbono en cada horizonte de suelo.

6. Anexo: ejemplo de aplicación de valorización de las áreas verdes

A modo de ejemplo se estableció un área verde de 8212 m² en el distrito de Ate, el cual detalla las especies agrupados en componentes vegetacionales como césped, macizos de flor, cubresuelos, arbustos y cercos de arbustos con sus respectivas cantidades de planta por unidad de metrado, y costos unitarios por especie con la superficie que ocupan como se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Ejemplo de aplicación de valorización de las áreas verdes

Componentes vegetacionales del área verde	Especie		Profundidad de horizonte m	Marco de plantación referencial por metrado unitario	Unidad de metrado	Cantidad de plantas por unidad de metrado (a)	Costo unitario por especie S/ (b)	Factor por capitalización (10%) (c)	Valor de metrado unitario por especie "vamu" costo por unidad de metrado (cum) (a*b*c=d)	Superficie de área verde m ² "SAV" (e)	Valor de metrado total de áreas verdes (vamt o vbvc) S/ (d*e)
	Nombre común	Nombre científico									
Césped	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	8	1,1	8,8	4050	35 640
	Paspalum *	<i>Paspalum vaginatum</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	26,9	1,1	29,59	200	5918
	Americano	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	6,5	1,1	7,15	3000	21 450
	Japonés**	<i>Zoysia japónica</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	8,5	1,1	9,35	40	374
Macizos de flor	Marigold	<i>Tagetes erecta</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	12	274,56
	Salvia roja	<i>Salvia splendens</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	20	457,6
	Agerato	<i>Ageratum houstonianum</i>	0,3	5 x 5	m ²	25	1,3	1,1	35,75	6	214,5
	Dogo	<i>Antirrhinum majus</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	30	386,1
	Petunia	<i>Petunia x hybrida</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1,3	1,1	22,88	12	274,56
	Girasolillo	<i>Verbesina encelioides</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	40	514,8
	Geranio	<i>Pelargonium x hortorum</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	3	1,1	29,7	20	594

Macizos de cubresuelos	Aptenia	<i>Aptenia cordifolia</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1,5	1,1	26,4	40	1056
	Sanguinaria enana	<i>Alternanthera bettzickiana</i>	0,3	5 x 5	m ²	25	1,5	1,1	41,25	12	495
	Zebrina	<i>Tradescantia zebrina</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	80	1188
	Roheo	<i>Roheo discolor</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1,5	1,1	26,4	80	2112
	Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	80	1188
	Clavel chino	<i>carpobrotus acinaciformis</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	120	1782
	Coleus	<i>Plectranthus scutellarioides</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1,3	1,1	12,87	20	257,4
Macizos de arbustos	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	20	1,1	198	9	1782
	Croton	<i>Codiaeum variegatum</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	15	1,1	148,5	12	1782
	Acalipha	<i>Acalypha wilkesiana</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	15	1,1	148,5	9	1336,5
	Alternanthera Fuccia	<i>Alternanthera sessilis purple</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	1,5	1,1	14,85	9	133,65
	Mioporo (0.3 m)**	<i>Myoporum laetum</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	10,68	1,1	105,732	12	1268,784
	Duranta Golden	<i>Duranta repens</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	2	1,1	19,8	9	178,2
Cercos de arbustos	Abutilón	<i>Malva viscus arboreus</i>	0,4	4 x 2	ML	8	5	1,1	44	60	2640
	Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0,4	4 x 2	ML	8	10	1,1	88	20	1760
	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	0,4	4 x 2	ML	8	20	1,1	176	10	1760
	Lantana	<i>Lantana camara</i>	0,6	4 x 2	ML	8	1,5	1,1	13,2	40	528
	Mioporo (0.8 m)**	<i>Myoporum laetum</i>	0,6	4 x 2	ML	8	33,9	1,1	298,32	40	11 932,8
	Huaranguillo	<i>Acacia horrida</i>	0,6	4 x 2	ML	8	8	1,1	70,4	120	8448
TOTAL										8212	107 726,454
Superficie de área verde (SAV) (metrado total: m ²)								8212			
Valor de metrado total de áreas verdes (VMT o VECV) S/(d*e):								107 726,454			
(*) Vivero 4 estaciones (**) Vivero Tania (***) Ate, valor arancelario prom: S/ 397,6, Valor precio de mercado Prom: S/ 3764,13											
Distrito Ate		CuCC	Da	1,35	% C	5,00%					
VolRAV en m ³ /año		796 730	Ps	0,3	CuCC	0,11					

Continuación del cuadro:

Valor del servicio ecosistémico de captura de carbono "VSECCAV" (VSECCAV = 0,3575 SAV) S/	Valor del servicio ecosistémico de mitigación polvo (VSEmp) VSEmp=10,29SAV S/	Valor del servicio ecosistémico de mitigación de t° (VSEmt°) VSEmt°=24,92 SAV S/	Valor de los servicios ecosistémicos de los componentes vegetacionales "VSEAV"	Valor del suelo urbano de áreas verdes (Anexo de precio de mercado o arancel) "CuSup,m/a x SAV" (****) S/	Valor del suelo Biológicamente activo de Áreas verdes "70,80 SAV(ShBact)" S/	Valor básico del suelo del área verde "VBas"	Valor del servicio ecosistémico de captura de carbono del suelo "CuCCSh x SAV(CCSH)"	Valor del servicio ecosistémico de recarga de acuífero "0.1794 x VolRAV"	Valor de los servicios ecosistémicos del suelo VSEs S/	Valorización económica de las áreas verdes S/
12 741,3	41674,5	100926	155 341,8	1 610 280	86 022	1 696 302	992,35125		992,35125	2030 275,968
2115,685	2058	4984	9157,685	79520	4248	83 768	49,005		49,005	98 892,69
7668,375	30870	74760	113 298,375	1 192 800	63 720	1 256 520	735,075		735,075	1392 003,45
133,705	411,6	996,8	1542,105	15 904	849,6	16 753,6	9,801		9,801	18 679,506
3294,72	123,48	299,04	3717,24	4771,2	254,88	5026,08	2,9403		2,9403	9020,8203
9152	205,8	498,4	9856,2	7952	424,8	8376,8	4,9005		4,9005	18 695,5005
1287	61,74	149,52	1498,26	2385,6	127,44	2513,04	1,47015		1,47015	4227,27015
11 583	308,7	747,6	12 639,3	11928	637,2	12 565,2	7,35075		7,35075	25 597,95075
3294,72	123,48	299,04	3717,24	4771,2	254,88	5026,08	2,9403		2,9403	9020,8203
20 592	411,6	996,8	22 000,4	15 904	849,6	16 753,6	9,801		9,801	39 278,601
11 880	205,8	498,4	12 584,2	7952	424,8	8376,8	4,9005		4,9005	21 559,9005
42 240	411,6	996,8	43 648,4	15 904	849,6	16 753,6	9,801		9,801	61467,801
5940	123,48	299,04	6362,52	4771,2	254,88	5026,08	2,9403		2,9403	11 886,5403
95 040	823,2	1993,6	97 856,8	31 808	1699,2	33 507,2	19,602		19,602	132 571,602
168 960	823,2	1993,6	171 776,8	31 808	1699,2	33 507,2	19,602		19,602	207 415,602
95 040	823,2	1993,6	97 856,8	31 808	1699,2	33 507,2	19,602		19,602	132 571,602
213 840	1234,8	2990,4	218 065,2	47 712	2548,8	50 260,8	29,403		29,403	270 137,403
5148	205,8	498,4	5852,2	7952	424,8	8376,8	4,9005		4,9005	14 491,3005
16038	92,61	224,28	16 354,89	3578,4	254,88	3833,28	2,9403		2,9403	21 973,1103
21 384	123,48	299,04	21 806,52	4771,2	339,84	5111,04	3,9204		3,9204	28 703,4804
12 028,5	92,61	224,28	12 345,39	3578,4	254,88	3833,28	2,9403		2,9403	17 518,1103
1202,85	92,61	224,28	1519,74	3578,4	254,88	3833,28	2,9403		2,9403	5489,6103
15 225,408	123,48	299,04	15 647,928	4771,2	339,84	5111,04	3,9204		3,9204	22 031,6724
1603,8	92,61	224,28	1920,69	3578,4	254,88	3833,28	2,9403		2,9403	5935,1103
158 400	617,4	1495,2	160 512,6	23 856	1699,2	25 555,2	19,602		19,602	188 727,402
35 200	205,8	498,4	35 904,2	7952	566,4	8518,4	6,534		6,534	46 189,134

17 600	102,9	249,2	17 952,1	3976	283,2	4259,2	3,267		3,267	23 974,567
21 120	411,6	996,8	22 528,4	15904	1699,2	17 603,2	19,602		19,602	40 679,202
477 312	411,6	996,8	478 720,4	15904	1699,2	17 603,2	19,602		19,602	508 276,002
1 013 760	1234,8	2990,4	1 017 985,2	47712	5097,6	52 809,6	58,806	142 933,362	142 992,168	1 222 234,968
2 500 825,063	84 501,48	204 643,04	2 789 969,583	3 265 091,2	179 732,88	3 444 824,08	2073,40155	142 933,362	145 006,764	6 629 526,7

Finalmente, al reemplazar los datos de la tabla en las fórmulas, se obtiene que el valor del área verde asciende a: S/ 6 629 526,7.

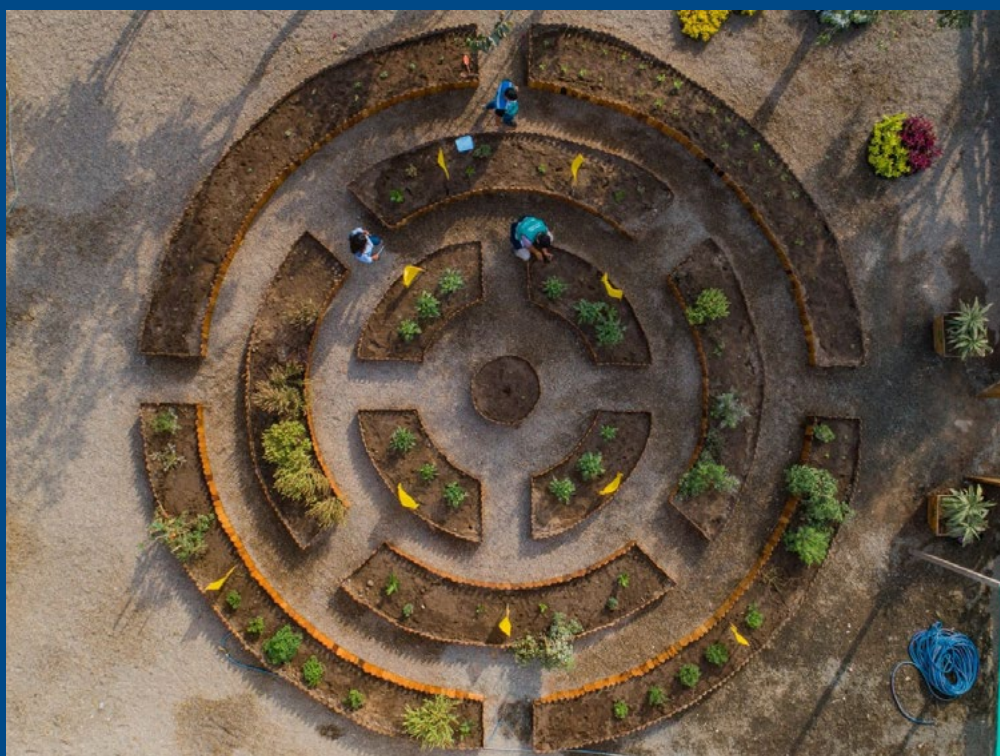
Componente vegetacionales del área verde	Especie		Profundidad de horizonte	Marco de plantación referencial por metrado unitario	Unidad de metrado	Cantidad de plantas por unidad de metrado	Valor de metrado total de áreas verdes (vamt o vbcv)	Valor de los servicios ecosistémicos de los componentes vegetacionales	Valor básico del suelo del área verde	Valor de los servicios ecosistémicos del suelo	Valorización económica de las áreas verdes
	Nombre común	Nombre científico									
	(a)	S/ (d*e)									
Césped	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	35 640	155 341,8	1 696 302	992,35125	2 030 275,968
	Paspalum *	<i>Paspalum vaginatum</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	5918	9157,685	83 768	49,005	98 892,69
	Americano	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	21 450	113 298,375	1 256 520	735,075	1 392 003,45
	Japonés **	<i>Zoysia japónica</i>	0,3	1 x 1	m ²	1	374	1542,105	16 753,6	9,801	18 679,506
Macizos de flor	Marigold	<i>Tagetes erecta</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	274,56	3717,24	5026,08	2,9403	9020,8203
	Salvia roja	<i>Salvia splendens</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	457,6	9856,2	8376,8	4,9005	18 695,5005
	Agerato	<i>Ageratum houstonianum</i>	0,3	5 x 5	m ²	25	214,5	1498,26	2513,04	1,47015	4227,27015
	Dogo	<i>Antirrhinum majus</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	386,1	12 639,3	12 565,2	7,35075	25 597,95075
	Petunia	<i>Petunia x hybrida</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	274,56	3717,24	5026,08	2,9403	9020,8203
	Girasolillo	<i>Verbesina encelioides</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	514,8	22 000,4	16 753,6	9,801	39 278,601
	Geranio	<i>Pelargonium x hortorum</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	594	12 584,2	8376,8	4,9005	21 559,9005

Macizos de cubresuelos	Aptenia	<i>Aptenia cordifolia</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	1056	43 648,4	16 753,6	9,801	61 467,801
	Sanguinaria enana	<i>Alternanthera bettzickiana</i>	0,3	5 x 5	m ²	25	495	6362,52	5026,08	2,9403	11 886,5403
	Zebrina	<i>Tradescantia zebrina</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1188	97 856,8	33 507,2	19,602	132 571,602
	Roheo	<i>Roheo discolor</i>	0,3	4 x 4	m ²	16	2112	171 776,8	33 507,2	19,602	207 415,602
	Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1188	97 856,8	33 507,2	19,602	132 571,602
	Clavel chino	<i>carpobrotus acinaciformis</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	1782	218 065,2	50 260,8	29,403	270 137,403
	Coleus	<i>Plectranthus scutellarioides</i>	0,3	3 x 3	m ²	9	257,4	5852,2	8376,8	4,9005	14 491,3005
Macizos de arbustos	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	1782	16 354,89	3833,28	2,9403	21 973,1103
	Croton	<i>Codiaeum variegatum</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	1782	21 806,52	5111,04	3,9204	28 703,4804
	Acalipha	<i>Acalypha wilkesiana</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	1336,5	12 345,39	3833,28	2,9403	17 518,1103
	Alternanthera fucsia	<i>Alternanthera sessilis purple</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	133,65	1519,74	3833,28	2,9403	5489,6103
	Mioporo (0,3 m)**	<i>Myoporum laetum</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	1268,784	15 647,928	5111,04	3,9204	22 031,6724
	Duranta Golden	<i>Duranta repens</i>	0,4	3 x 3	m ²	9	178,2	1920,69	3833,28	2,9403	5935,1103
Cercos de arbustos	Abutilón	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0,4	4 x 2	ML	8	2640	160 512,6	25 555,2	19,602	188 727,402
	Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0,4	4 x 2	ML	8	1760	35 904,2	8518,4	6,534	46 189,134
	Cheflera enana	<i>Schefflera arboricola</i>	0,4	4 x 2	ML	8	1760	17 952,1	4259,2	3,267	23 974,567
	Lantana	<i>Lantana camara</i>	0,6	4 x 2	ML	8	528	22 528,4	17 603,2	19,602	40 679,202
	Mioporo (0,8 m)**	<i>Myoporum laetum</i>	0,6	4 x 2	ML	8	11 932,8	478 720,4	17 603,2	19,602	508 276,002
	Huaranguillo	<i>Acacia horrida</i>	0,6	4 x 2	ML	8	8448	1 017 985,2	52 809,6	142 992,168	1 222 234,968
TOTAL							107726,454	27 899 69,583	3 444 824,08	145 006,764	6 629 526,7
Superficie de área verde (SAV) (METRADO TOTAL: m ²)								8212			
VALOR DE METRADO TOTAL DE ÁREAS VERDES (VMT o VECV) S/(d*e):								107 726,454			
(*) Vivero 4 estaciones											
(**) Vivero Tania											
(***) Ate, valor arancelario prom: S/ 397,6, valor precio de mercado prom: S/ 3764,13											
Distrito Ate		CuCC	Da	1,35	% C	5,00%					
VolRAV en m ³ /año		796 730	Ps	0,3	CuCC	0,11					

MÓDULO

16

Establecimiento y manejo de biohuertos urbanos



MÓDULO

16

Establecimiento y manejo de biohuertos urbanos

Un biohuerto es un espacio, alejado del campo, que es destinado al cultivo. Estos cultivos pueden desarrollarse en tierra, si se dispone de un jardín, o en envases como macetas u otros que, incluso, pueden ser reciclados. Estos huertos urbanos pueden ubicarse en viviendas, terrazas, balcones o jardines. También se pueden establecer en sitios comunales como parques, colegios o universidades (Granja Ecológica, 2015).

1. Beneficios de los biohuertos urbanos

- **Medioambientales**

Contribuyen a la disminución del CO² de las ciudades, pues el dióxido de carbono es absorbido por las plantas para realizar la fotosíntesis.

- **Educativos**

Ayudan a la concientización por el respeto a la naturaleza. Son espacios de educación y sensibilización ambiental y nutricional.

- **Sociales**

Son lugares de encuentro y convivencia, útiles para la socialización de los urbanitas, pues fomentan el trabajo asociativo, la comunicación y la colaboración entre las personas.

- **Económicos**

Fomentan el autoconsumo y limitan el derroche de alimentos, agua y de la energía que se emplea en la producción a gran escala de alimentos.

2. Tipos de biohuertos

De acuerdo con la altitud y el clima donde se instalen los biohuertos, estos pueden clasificarse en dos tipos:

a) Huertos a campo abierto

Son instalados en áreas donde el clima no presenta eventos climáticos extremos (por ejemplo, heladas y granizadas), como en la costa y los valles interandinos, por debajo de los 3500 m s. n. m. En estos sitios las hortalizas se adaptan sin mayores complicaciones (Foncodes, 2014).

Cabe destacar que el contenido de este módulo desarrolla principalmente este tipo de biohuerto.

b) Huertos bajo fitotoldos

Si el biohuerto es ubicado por encima de los 3500 m s. n. m., es recomendable que la producción se desarrolle bajo fitotoldos, los cuales son infraestructuras que propician un clima tropical y permiten el cultivo de cualquier tipo de hortaliza en sitios de clima fríos (Foncodes, 2014).

Bajo cobertura tipo invernadero, el calor de los rayos solares ingresa por el techo, que está cubierto con plástico transparente, y se conserva en el interior. La tierra y las paredes conservan el calor y lo irradian durante la noche, lo que genera un ambiente propicio para el crecimiento y desarrollo de las hortalizas (Saavedra, 2018).

Según Foncodes (2014), el área de un invernadero consta de los siguientes elementos:

- **Paredes de adobe o piedra**

Soportan el techo y dan protección a los cultivos, pues evitan el ingreso de animales. Adicionalmente deben poseer puerta y ventanas, que también serán cubiertas con plástico transparente.

- **Armazón del techo**

Se utilizan listones de madera o fierro corrugado para armar la estructura del techo; además, se instalan pilares que sirven de soporte.

- **Cobertor**

Como cobertor se utiliza plástico transparente, que permite capturar y conservar los rayos solares y generar un ambiente cálido.

- **Amarres**

Jebes o tensores que mantienen el agrofilm fijo a los listones, para evitar que se descubra por causa del viento.

Foncodes (2014) señala como ventajas del área de invernadero lo siguiente:

- Propicia el cultivo de cualquier tipo de hortalizas por encima de los 3500 m s. n. m. durante todo el año.
- Mejora la nutrición de las familias vulnerables. Un invernadero hortícola de una extensión 30 m² puede proveer de alimento a una familia de 4 a 6 miembros a lo largo de todo el año.
- Instalación y mantenimiento simple.
- Brinda protección a las hortalizas del daño de animales.
- Aumenta los ingresos de las familias por la venta de excedentes.
- Brinda disponibilidad de verduras sanas y limpias.

El invernadero hortícola debe ser ubicado con dirección de este a oeste, para así aprovechar la iluminación natural por un mayor tiempo durante el día (Foncodes, 2014).

La construcción de un área de invernadero de 30 m² tiene un costo aproximado de S/ 1200 entre materiales y mano de obra.

3. Consideraciones para el establecimiento de un huerto urbano

• Ubicación

Una buena ubicación permitirá que el huerto reciba luz solar la mayor parte del día. Además, la cercanía a una fuente de agua que servirá para el riego de las plantas.

• Diseño

- Distribución adecuada de los surcos
- Cerca del depósito de agua de riego
- Orientado de norte a sur

• Protección

A fin de proteger los cultivos contra los animales, se debe cercar o cubrir la superficie a cultivar, con los materiales disponibles en el hogar.

• Superficie

La superficie para establecer el biohuerto depende del tiempo y la mano de obra disponible. De igual manera, el tipo de biohuerto que implementará dependerá principalmente del espacio disponible, con el que se disponga (Granja Ecológico, 2015).

Por ejemplo, si contamos con un jardín, parte de este puede ser destinado al biohuerto o se pueden construir camas elevadas sobre el suelo. Esta es la opción más flexible, debido a que ya poseemos el sustrato donde se va a sembrar. Además, el espacio permite más opciones para elegir a las diferentes especies vegetales en la siembra (Granja Ecológica, 2015).

Por otra parte, de acuerdo con Foncodes (2014), las principales ventajas de los biohuertos son las siguientes:

- Producen alimentos sanos, limpios y económicos a lo largo de todo el año.
- Generan ingresos extra con la venta de los excedentes de cada cosecha.
- Su cuidado no requiere la participación de un gran número de personas; es suficiente con los integrantes de la familia.
- La producción se caracteriza por tener rendimientos altos y no demandar de grandes superficies de terreno.
- No requiere un gran número de insumos y la mayoría de estos no son difíciles de conseguir.
- Fomentan trueques de los cultivos cosechados entre vecinos, lo que asegura dietas diarias con alimentos más variados.

4. Insumos para armar un huerto urbano

Zoppolo *et al.* (2018) indican que los insumos para implementar un huerto urbano son:

- Área de cultivo (terreno)
- Herramientas
- Semillas certificadas
- Materia orgánica o abono
- Agua
- Herramientas
- Mano de obra

Para asegurar la producción de hortalizas frescas durante un año para una familia compuesta por 4 o 5 personas, se requiere aproximadamente 70 m² de terreno. En dicha superficie de terreno se pueden cultivar diversas hortalizas, las cuales son parte fundamental en la dieta diaria del ser humano porque poseen un alto valor nutricional, y por el aporte de sustancias vegetales que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de niñas y niños, el sustento de la vida y la prevención de afecciones a la salud (Foncodes, 2014).

5. Diseño de un huerto urbano

Según Zoppolo *et al.* (2008), para diseñar el huerto urbano se deben tener las siguientes consideraciones:

Un espacio de laboreo con surcos, camas altas y almácigos.

- Senderos que permitan el tránsito de herramientas de trabajo, como cajones, recipientes o baldes y carretilla.
- Un lugar destinado al almacenamiento de materia orgánica y abonera, cuya dimensión aproximada sea de 2 m².
- De ser posible, un área para frutales (preferentemente con dirección al sur) y un área para pequeños animales.

En la figura 1, se puede observar un diseño de biohuertos realizado con residuos de madera.



Figura 1. Diseño de huerto con residuos de madera

6. Distribución del huerto

Foncodes (2014) señala que el huerto está compuesto por tres áreas:

- Área para almácigos
- Área para el cultivo de hortalizas, donde se dispongan camas o surcos
- Área para la producción de abonos orgánicos y sustratos

En la siguiente tabla se detallan las características que son requeridas para cada área:

Tabla 1. Distribución de un huerto

Área	Características requeridas
De almácigos Sitio donde se ubicarán las hortalizas de siembra en almácigos	- Protegido de los animales
	- Protegido de la iluminación directa del sol
	- Protegido de condiciones climáticas extremas como heladas y granizadas
	- Acceso al agua para riego
	- Se pueden usar en envases en un lugar adecuado dentro del hogar
De cultivos Sitio donde se realizará la siembra directa o el trasplante, en camas o surcos	- Con iluminación del sol
	- Sin contaminación química
	- Con acceso al agua para riego
	- Con barreras vivas (agroforestería) para protegerlo de vientos y heladas
De abonos y sustratos Sitio donde se elaboran abonos orgánicos (compost, humus de lombriz) y donde se preparan los sustratos para los almácigos	- Protegido del sol y las lluvias fuertes (por ejemplo, bajo un árbol)
	- Con acceso al agua para mojarlo
	- Con drenajes para evitar encharcamientos

Fuente: Foncodes (2014)

7. Elección del lugar del huerto urbano

Una vez elegido el lugar para instalar el huerto, se debe elaborar un plan para llevar a cabo las actividades necesarias en el corto plazo (primeros meses) y mediano plazo (1 a 2 años). En esta planificación, se deben considerar las tareas, los recursos, las especies de hortalizas que se va a sembrar y, principalmente, el uso que se dará a los alimentos cosechados. El huerto puede ser de uso familiar o pertenecer a una escuela o vecindario; de ello dependerán sus dimensiones y el volumen de producción. Se aconseja preparar un boceto, croquis o mapa del huerto que muestre las dimensiones, la ubicación de los canteros, el espacio destinado a la acumulación de materia orgánica para compostar, un área para los almácigos, los senderos y el punto de acceso al agua. Cabe señalar que, cuando sea posible, los canteros se ubicarán orientados de norte a sur para asegurar una mayor exposición de las plantas al sol (Zoppolo *et al.*, 2008).

Además, es importante llevar un registro de las labores y de las fechas programadas para la medición y el seguimiento de los resultados. En este registro se anotarán las fechas de siembra por especie, la cantidad de compost añadido, las tareas realizadas, los datos de la cosecha y toda aquella información que se crea conveniente que dé a conocer la historia de los cultivos. Con esta información se podrán planificar las acciones siguientes y las rotaciones de los cultivos (Zoppolo *et al.*, 2008).

8. Actividades y herramientas para la instalación de un huerto

Para realizar la instalación del huerto, se deben seguir los siguientes pasos:

8.1. Limpieza del terreno

De acuerdo con Zoppolo *et al.* (2008), la limpieza del terreno se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Se limpia el lugar antes de comenzar la preparación de la tierra.
- Hay que retirar bolsas, piedras, latas, escombros, etc. Las piedras y los escombros se pueden utilizar para delimitar los senderos.
- Se deben retirar el pasto y los yuyos con una azada, y apilarlos para ser reciclados como materia orgánica.

8.2. Uso de herramientas e implementos

Luego de la limpieza del terreno, se debe contar con las herramientas básicas para realizar el trabajo de forma adecuada en nuestro huerto. Según el tipo de huerto, su extensión y lo que se cultive en él, además de las herramientas básicas, serán necesarias algunas más específicas, incluso mecánicas, como un pequeño tractor.

Las herramientas más usuales son las siguientes:

- Pala de mano, básica para el cuidado
- Papel y lápiz para diseño y trazado
- Hilo para delimitación
- Estaca para delimitación del huerto
- Escardillo para escardar, limpiar la tierra y trasplantar
- Azada para cavar, remover sustrato y estiércol
- Rastrillo para limpieza
- Pala de corte para aflojar la tierra, girar y levantar
- Horca o pala de dientes

En la figura 2, se puede observar herramientas e implementos comunes para la instalación de un biohuerto.



Figura 2. Herramientas e implementos: 1) plantador, 2) azada, 3) azada de horquilla o escardillo, 4) rastrillo, 5) pala, 6) cultivador, 7) horca, 8) tijera, 9) regadera, 10) tutores, 11) cuantes, 12) cajas, capazos y otros recipientes.

8.3. Preparación del terreno

La preparación de terreno es una de las actividades más importantes para llevar a cabo la implementación de un biohuerto. Uno de los factores que influye en el labrado del suelo es la humedad, ya que si la tierra se encuentra demasiado seca se generará polvo y favorecerá la formación de terrones de tierra apelmazada, lo cual no favorece al crecimiento de plantas; por el contrario, si la tierra se encuentra muy húmeda, se apelmazará y se observará que se adhiere muy fácilmente a las herramientas que se utilicen como parte del labrado del suelo. En ese sentido, para asegurar que el suelo se encuentre en condiciones óptimas este debe ser regado completamente, y después de dos a cuatro días podrá ser trabajado para airearlo y ablandarlo, dependiendo del calor y la humedad ambiental (Preparación del Suelo para la Siembra, s. f.).

Una de las técnicas de mayor utilidad para asegurar la aireación de la tierra consiste en su remoción utilizando una pala u horqueta sin voltearla, ya que de esta manera se asegura conservar la estructura del suelo. La remoción de la tierra deberá ser realizada a una profundidad adecuada (entre 20 a 25 cm). Además, antes de la actividad antes mencionada se debe adicionar algún tipo de fertilizante (compost, estiércol, otros). Para el estiércol, es suficiente de 3 a 5 litros por metro cuadrado, es decir, se requieren de tres a cuatro carretillas por cada 50 metros cuadrados de terreno. En el caso se elija otro tipo de fertilizante se deberá seguir las indicaciones del fabricante (Preparación del Suelo para la Siembra, s. f.).

8.4. Preparación de camas altas

La estructura final de la cama alta es similar a la superficie que se origina entre dos surcos (canteros de siembra), y se distingue por agregado de residuos verdes en profundidad. Esto posibilita ablandar el cantero de siembra y proporcionar material orgánico de manera gradual, lo que mantiene un efecto continuo y, por ende, permite el uso de este tipo de camas durante más de una etapa de cultivo (Zoppolo *et al.*, 2008).

De acuerdo con Zoppolo *et al.* (2008), las camas altas pueden armarse de la siguiente manera:

- Con ayuda de un hilo, se delimitan franjas de aproximadamente 1 a 1,20 m de ancho y separadas por senderos de 0,5 m, de acuerdo con el espacio disponible.
- Con una pala plana, se abre una zanja con profundidad aproximada de 15 a 30 cm por 30 cm de ancho en un extremo de la cama. Esta tierra será trasladada en el otro extremo del cantero de siembra.

- Se remueve la tierra que se encuentra en el fondo de la zanja y se adicionan abundantes restos orgánicos (pasto, restos de poda, aserrín, estiércol, otros) hasta tapar la zanja.
- Se abre la siguiente zanja adicionando tierra sobre la zanja abierta previamente, para cubrir la materia orgánica sin dar vuelta al terrón.
- Se continúa hasta el final de la cama, donde se coloca la tierra que se removió al principio.
- Se refinan las masas pequeñas y compactas de tierra (terrones), ubicadas en la superficie, que se deja más elevada al centro que en los bordes, con la finalidad de favorecer el escurrimiento de agua.
- Se cubre con una capa de compost de aproximadamente 5 cm. En el caso que el compost sea fresco, debe hacerse 30 días antes de la etapa de siembra.
- Se cubre con una fina capa de pasto seco. A partir de aquí no se cultiva por un periodo de 15 a 20 días para que se origine la maleza, lo cual hará más sencilla su eliminación.
- En caso se desee sembrar inmediatamente, se sugiere mezclar el abono orgánico con los primeros centímetros de tierra y nivelarlo con ayuda de un rastrillo.
- Si durante la etapa de siembra no se cuenta con fertilizantes, se sugiere realizar la siembra de manera lineal a lo largo del cantero, para posteriormente adicionar el abono orgánico entre las plántulas desarrolladas.
- Cubrir la cama alta con hojarasca para evitar la pérdida de humedad.

En la figura 3, se puede observar los pasos para el establecimiento de una cama alta.

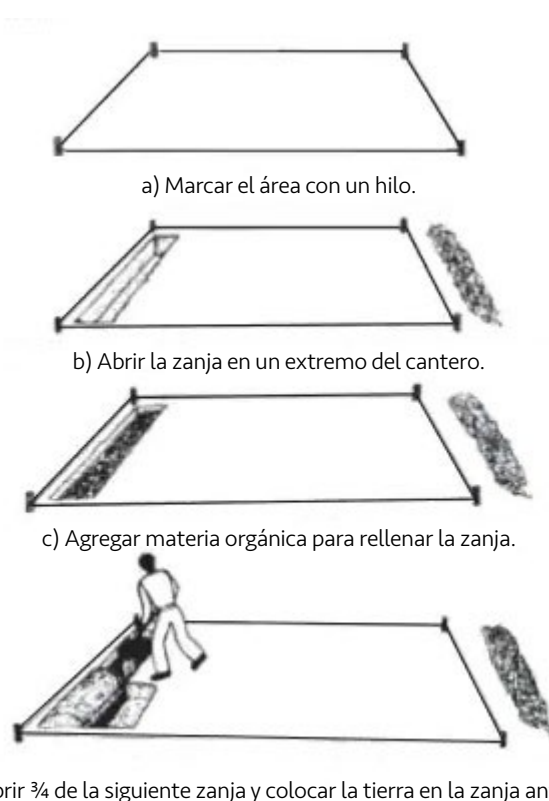


Figura 3. Pasos para la construcción de una cama alta

8.5. Preparación de camellones y surcos

Los camellones son montículos de unos 25 cm de ancho y 15 cm de alto que deben ser dispuestos en dirección norte-sur.

Según Zoppolo *et al.* (2008), los pasos necesarios para la preparación de los camellones son:

- Realizar la remoción de la tierra en profundidad con ayuda de una pala dientes o azada.
- Colocar dos estacas en el extenso espacio y conectarlas con una cuerda.
- Mover tierra con dirección a la cuerda con ayuda de una pala azada, de tal manera que formemos un camellón de aproximadamente 15 a 25 cm de alto.
- En algunas ocasiones, como en el caso del cultivo de papa, es necesario mover mayor cantidad de tierra en dirección la planta. Este proceso se denomina "aporque".

Por otra parte, los surcos son los valles que existen entre los camellones consecutivos, por donde correrá el agua que se infiltrará en el suelo hasta llegar a las raíces de las plantas. Estos pueden ser de dos tipos:

a) Surcos simples

Son aquellos en los que la distancia entre surcos es la misma en todo el campo, y se pueden regar una o dos hileras de plantas por cada surco (ver figura 4). Por lo general, solo se siembra una hilera de plantas, y posteriormente se realiza un cambio de surco. Tal es el caso de cultivos de brócoli, col; o un aporque, para plantas como el maíz o el espárrago (Programa de Hortalizas, 2000).

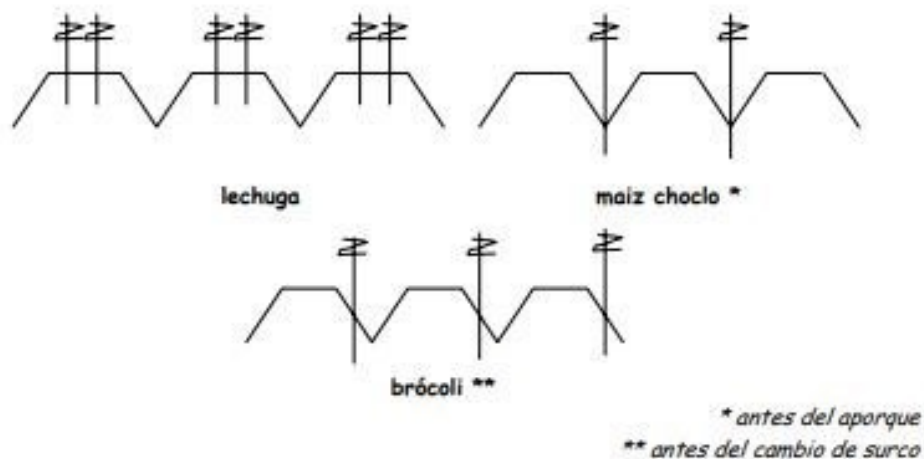


Figura 4. Surcos simples

b) Surcos mellizos

Son aquellos en los que se tienen dos distanciamientos entre surcos en el mismo terreno, que dan origen al mellizo y a la cama (ver figura 5). Es usado para el cultivo de tomate y requiere de uno o dos cambios de surco (Programa de Hortalizas, 2000).

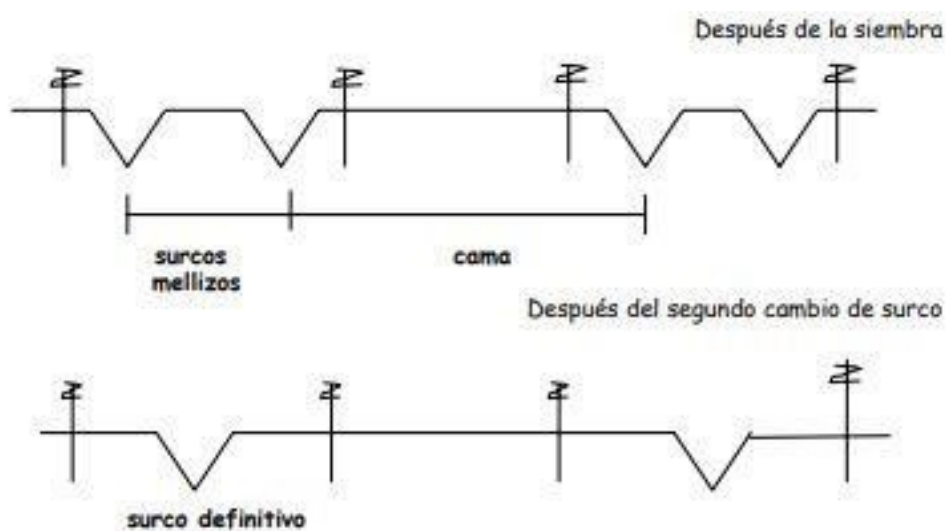


Figura 5. Surcos mellizos

8.6. Preparación de almácigos

Es el lugar en el cual se siembran las semillas para su germinación y que debe alcanzar una altura de 10 a 15 cm antes de realizar el trasplante al lugar definitivo.

El almácigo permite un manejo más eficiente de la semilla como insumo, porque se puede seleccionar la planta más apta para ser sembrada en campo o invernadero. Las almacigueras pueden ser canteros o envases de poca profundidad, como cajones plásticos o bandejas (ver figuras 6 y 7) (Zoppolo *et al.*, 2008). Estas últimas permiten obtener los plantines con terrón sin causar daño a las raíces durante el trasplante. No obstante, los envases tienen la ventaja de transportar y brindar protección de vientos fuertes o noches frías (Zoppolo *et al.*, 2008).



Figura 6. Almacigo en envase



Figura 7. Almacigos en bandeja

El sustrato se prepara mezclando compost y arena en partes iguales. Para la siembra, se delimitan pequeños surcos transversales al cantero, distanciados de 10 a 15 cm. Esta distancia y el número de semillas para sembrar dependerá del tipo de hortaliza, se recomienda que las semillas sean enterradas a una profundidad no mayor a dos veces y medio su diámetro (Zoppolo *et al.*, 2008).

9. La semilla y sus tipos

Mantener las características genéticas propias de la variedad de la planta asegura la calidad de la semilla, por lo cual se aconseja que estas sean certificadas, como las que distribuyen los agroservicios. No obstante, si no se cuenta con recursos para comprarlas, se pueden utilizar las producidas en la localidad, cumpliendo las siguientes características tal y como lo mencionan Sánchez *et al.* (2009):

- Buen tamaño, pues de esta característica dependerá el tamaño del fruto o del grano que se desea cosechar.
- Sanas, para asegurar el óptimo desarrollo de la planta.
- Buen peso, lo que indicará una buena germinación.

Para determinar el cumplimiento de estas características, existen diferentes técnicas simples, como se detalla a continuación:

9.1. Prueba de flote

Esta prueba consiste en colocar las semillas en un recipiente con agua limpia, revolver, y dejar reposar durante un minuto. Transcurrido este periodo de tiempo, se podrá visualizar que algunas semillas caen al fondo del recipiente, mientras que otras flotan en la superficie (Sánchez *et al.*, 2009).

Las semillas flotantes no tienen un buen peso, lo que indica que no son aptas para desarrollar un proceso de germinación. Esta práctica se suele aplicar a semillas y granos (medianos y grandes) (Sánchez *et al.*, 2009).

9.2. Prueba de selección

En esta prueba es muy importante seleccionar aquellas semillas que tengan un tamaño óptimo, adecuada coloración, que se observen saludables y posean un buen peso. Aquellas semillas que no cumplan con las características mencionadas deberán ser eliminadas (Sánchez *et al.*, 2009).

9.3. Prueba de germinación (poder de germinación)

Esta prueba implica seleccionar una cierta cantidad de semillas que posean un tamaño óptimo, buen peso y sean de buena calidad (sanas). Seguidamente, se deberá envolver las semillas seleccionadas en papel periódico húmedo, para colocarlas en un lugar seguro, donde no haya presencia de roedores u otros animales. Asimismo, es importante resaltar que las semillas seleccionadas sean observadas cada 3 o 5 días para determinar la cantidad de semillas germinadas (Sánchez *et al.*, 2009).

El porcentaje de germinación se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{Total de semillas germinadas}}{\text{Total de semillas puestas a germinar}} \times 100$$

Fuente: Sánchez *et al.* (2009)

Tabla 2. Porcentaje de germinación

Porcentaje de germinación (%)	Calidad
100-90	Excelente
89-70	Muy buena
69-59	Regular
49-0	Mala

Fuente: Sánchez *et al.* (2009)

“La prueba de germinación también se puede realizar en vasos desechables o cartones de huevos que contengan sustrato. En estos recipientes se siembran las semillas y se realiza el mismo proceso de observación para determinar la cantidad de germinadas” (Sánchez *et al.*, 2009, p. 27).

10. Semilla vegetativa

Puede ser cualquier parte de la planta —como el tallo, en el caso de las aromáticas; los tubérculos, como la papa y el camote, etc.— que permite obtener nuevas plantas similares. Ejemplos: pepino dulce, hierbaluisa, menta, orégano, papa, ajo, cebollita china.

11. Semilla sexual

Es la que se encuentra dentro de la flor. Ejemplos: cebolla, apio, poro, lechugas, rabanito, beterraga.

12. Almacenamiento de semillas

Las semillas de plantas fértiles pueden guardarse en recipientes herméticos para evitar la humedad y los insectos. Se deben mantener en lugares frescos como una habitación sin calefaccionar o la parte baja del refrigerador.

13. Plan de cultivo

13.1. Rotación de cultivo

La rotación de cultivos implica realizar la siembra sucesiva de hortalizas en un mismo terreno, es decir, no sembrar el mismo cultivo en el mismo terreno por más de una campaña seguida (Foncodes, 2014).

Esta práctica es fundamental para asegurar la sanidad y la fertilidad de la tierra de los cultivos, debido a que cuando las hortalizas se repiten en una misma parcela, se reducen sus nutrientes y aumentan las probabilidades de aparición de plagas. Además, la rotación contribuye en el control del desarrollo de hierbas adventicias (Grupo ANEC, s. f.).

Para desarrollar prácticas de rotación de cultivos en un biohuerto, es necesario contar con el diseño del área, el cual deberá ser dividido en cuatro partes. En una campaña, cada parte se sembrará con diferentes hortalizas en el siguiente orden: tubérculos, hojas, frutos y frijoles; estos últimos se utilizan para el consumo o se incorporan al suelo como materia orgánica (ver figura 8) (Foncodes, 2014).

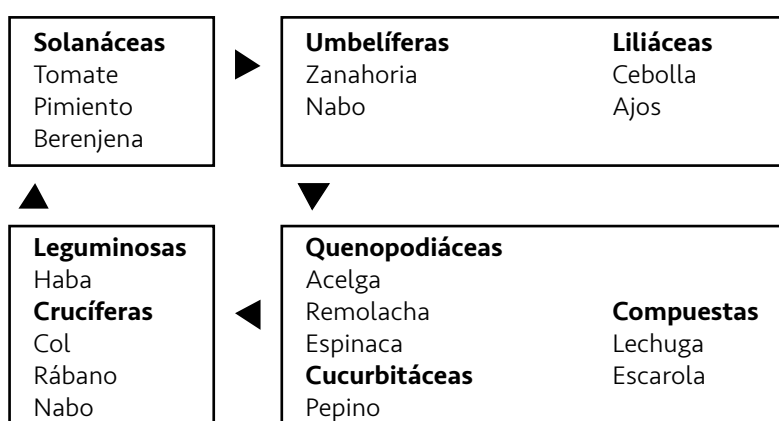


Figura 8. Sistema de rotación por familias o ciclos de cultivo

14. Siembra intercalada

14.1. Con respecto a las especies

De acuerdo con la FAO (2014), en una siembra intercalada “se pueden cultivar dos o más especies en hileras alternas” (p. 41). De esta manera se logra lo siguiente:

- Aprovechar de una mejor manera la tierra y sus nutrientes.
- Controlar de forma adecuada las malezas.

14.2. Por la cantidad de siembras en el año

Existen hortalizas que pueden ser sembradas varias veces al año y presentar un óptimo desarrollo, lo que permite realizar siembras en distintas fechas, de manera escalonada, lo que permite la obtención de una producción constante. Algunos ejemplos de hortalizas que se pueden sembrar en intervalos apropiados, como cada 30 días, son lechuga, acelga y rabanito (FAO, 2014).

15. Asociación de plantas

Una de las estrategias para alejar a organismos no benéficos (plagas) y enfermedades es sembrar plantas cuyos aromas sean fuertes. Por ejemplo, comúnmente se recomienda sembrar en el mismo terreno, tomate, arvejas y ruda, cada una en su propio recipiente o contenedor. Por otro lado, se recomienda plantar ajo en un recipiente y colocarlo en diferentes partes del cultivo, ya que este actúa como un repelente natural de plagas (Álava y Salgado, 2012).

Otra manera de asociar es mezclar distintas verduras con plantas florales, como se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Lista de especies florales útiles en un huerto por su efecto positivo en la biodiversidad y el control de plagas

Especie	Método de siembra	Época de floración
Caléndula	Almácigo	Setiembre-enero
Clavelina	Almácigo	Octubre-marzo
Fresias	Bulbos	Primavera
Gazanias	Almácigo	Primavera-verano
Pensamientos	Almácigo	Primavera-verano

Fuente: Zoppolo et al. (2008)

En resumen, el cultivo de plantas aromáticas y flores muchas veces logra que los cultivos de hortalizas no sean detectados por insectos dañinos y, por el contrario, atraen insectos benéficos, enemigos naturales de las plagas. Estas asociaciones deben considerar los requerimientos de espacio de cada planta, lo que implica ubicar en la fila del centro, por ejemplo, los cultivos de porte alto, como el tomate, para aprovechar mejor la luz. Otro factor que se debe tomar en cuenta es la distinta exigencia de agua que pueden presentar las plantas, por lo que resulta conveniente combinar aquellas con requerimientos semejantes, a fin de facilitar el riego (Zoppolo *et al.*, 2008).

Asimismo, cada planta desprende en su entorno sustancias que comúnmente no dañan a otras. No obstante, existen casos en que sí perjudican el crecimiento y el desarrollo de plantas vecinas, por alelopatía o, por el contrario, en otros casos pueden mejorarlo de alguna forma. Esto hace necesaria la identificación y correcta selección de las plantas compañeras (Zoppolo *et al.*, 2008).

Tabla 4. Lista de plantas compañeras que se puede ajustar y adaptar de acuerdo con el manejo y la experiencia

Plantas compañeras	Cultivo	Plantas perjudiciales (alelopáticas)
Maíz, nabo, zanahoria	Arveja	Cebolla, ajo, papa
Crotalaria, guandú	Caña de azúcar	
Remolacha, lechuga, tomate	Cebolla, ajo	Arveja, frijol
Tomate, perejil	Espárrago	Cebolla, ajo
Espinaca, lechuga	Frutilla	
Pepino, frijol	Girasol	Papa
Zanahoria, rabanito	Lechuga	Pepino
Zapallo, frijol, sandías	Maíz	Papa, repollo
Arveja, frijol	Nabo	
Frijol, maíz	Papa	Girasol, tomate
Frijol, papa, nabo, colza	Frijol	Mandioca
Cebolla, espinaca	Remolacha	
Soja	Tabaco	Tomate
Cebolla, zanahoria	Tomate	Pimiento, papa
Arveja, lechuga, cebolla, tomate	Zanahoria	
Maíz	Zapallo	

Tomado de Zoppolo *et al.* (2008)

16. La siembra y sus tipos

Según Zoppolo *et al.* (2008), podemos hablar de siembra directa y siembra indirecta.

16.1. Siembra directa

Consiste en colocar la semilla directamente en la tierra, donde las plantas crecerán hasta la cosecha. Se lleva a cabo con hortalizas de crecimiento rápido como zanahoria, rabanito, espinaca, nabo, arveja y haba.

- Abrir surcos de 10 cm de profundidad por 20 cm de ancho en el terreno preparado.
- A un lado del lomo formado, cavar un pequeño agujero cuya profundidad duplique el tamaño de la semilla.
- Colocar la semilla dentro de la tierra, asegurándose de que pueda germinar.
- El distanciamiento entre agujeros de un mismo lomo depende del cultivo.
- Si se usa un contenedor, nivelar la tierra de la parte superior y cavar agujeros de 1 cm de profundidad.

En ambos casos, colocar dos semillas por agujero y cubrirlas con la tierra a una altura que sea dos veces el tamaño de la semilla.

Las semillas grandes, como las de haba, arveja, maíz, frijol o zapallo, se siembran directamente, a la distancia recomendada en el calendario de siembra.

16.2. Siembra indirecta

Consiste en sembrar hortalizas en un almaciguero para obtener plántulas fuertes, que luego serán trasplantadas a la parcela definitiva. Ejemplos: lechuga, apio, poro, betarraga, etc. Debe colocarse en un lugar que cuente con pocas horas de luz directa durante el día, asegurando que el suelo sea lo suficientemente suelto y que las raíces de las plantas no se dañen al ser trasplantadas.

17. Almácigo

Es un espacio dentro del huerto donde se siembran las semillas de algunas hortalizas para su germinación y, una vez que tienen un tamaño de 10 a 15 cm, se trasplantan. Para la germinación de las semillas es necesario colocarlas en recipientes o almacigueras (bandejas, vasos pequeños o cajas) con un sustrato y ambiente adecuados, donde no ingrese mucha radiación solar o la temperatura sea alta o frío extremo.

18. Riego

El riego es uno de los factores más importante si se desea obtener productos de alta calidad, ya que realizar un riego adecuado permite mantener húmedo el área de las raíces, lo cual favorece al proceso de absorción de nutrientes para el desarrollo óptimo de las hortalizas sembradas. Es importante resaltar que para el riego de los cultivos se debe utilizar agua de buena calidad, no se recomienda el uso de agua contaminada o de consumo humano.

El riego de las hortalizas sembradas se puede realizar mediante dos métodos: riego por gravedad, es decir, a nivel de la superficie del suelo (surco), o riego tecnificado (aspersión o goteo) (Foncodes, 2014, p. 40). Se recomienda el uso del riego por aspersión para huertos ubicados a campo abierto, ya que este método de riego es fácil de manejar, asegura el consumo óptimo de agua y requiere menor esfuerzo de trabajo. Para el riego de hortalizas, se recomienda utilizar microaspersores (gotas pequeñas) cuya alcance de riego sea aproximadamente entre 2 y 5 m a cada lado (Foncodes, 2014).

El primer riego se debe realizar después de la siembra y humedecer todo el suelo. La frecuencia de riego dependerá de la estación del año: en invierno se hará cada 3 a 4 días y cada 2 días en verano. El riego tiene que hacerse siempre en forma de lluvia y en las primeras horas del día o la noche, para evitar la evaporación. Es necesario evitar el riego frecuente para prevenir el anegamiento del suelo.

Para aquellos cultivos que se encuentran en invernaderos se sugiere implementar la técnica de riego por goteo, la cual genera diversos beneficios como el consumo óptimo del agua, reduce el requerimiento de mano de obra, y no daña las paredes durante el riego (ver figura 9). Es importante mencionar que la implementación de esta técnica de riego es muy costosa (Foncodes, 2014, p. 41).



Figura 9. Riego por goteo en biohuerto

19. Plantas por almacigar

Las plantas cuyo crecimiento es lento al inicio o que requieren un mayor tiempo para su germinación son las adecuadas para llevar a cabo el proceso de germinación. Algunos ejemplos son el apio, el espárrago y el poro. También son recomendadas las plantas muy fáciles de enraizar (lechuga, tomate, albahaca, brócoli, ají, rocoto, diversas variedades de coles, entre otras).

La siguiente tabla muestra la distancia sugerida entre las semillas en el almácigo.

Tabla 5. Espaciamiento de las semillas en el almácigo

Cultivo	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Plantas obtenidas por m ²	Tiempo aproximado de almácigo (días)
Acelga	10	2,5	400	30-40
Apio	12	1,5-2	400-550	60-75
Berenjena, tomate	15	2,5	270	35-65
Brócoli, repollo, coliflor	12	1,5-2	400-550	30-45
Cebolla	10	0,5-1	1000-2000	90-100
Lechuga	10	2,5	400	20-40

Tomado de Zoppolo *et al.*, (2008)

20. Trasplante

La mayoría de las hortalizas están listas para ser trasplantadas de 1 a 2 meses después de la siembra del almácigo (ver figura 10). Aunque este tiempo puede extenderse por algunos meses más, como en el caso del espárrago y la alcachofa, si se aplican otras técnicas de riego y almácigo este tiempo podría ser menor (Programa de Hortalizas, 2000).



Figura 10. Trasplante de almácigos

21. Resiembra

Las fallas de la siembra directa se pueden subsanar con una segunda siembra (Programa de Hortalizas, 2000, p. 5).

22. Recalce

Comprende un nuevo trasplante para sustituir las plántulas que no germinaron. Para ello, se conservan algunas plántulas en el almácigo. Al igual que la resiembra, el recalce debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible, para evitar que el crecimiento de las plantas muestre diferencias excesivas (Programa de Hortalizas, 2000)

Para obtener una buena siembra se toman como parámetros la medida y el tamaño de las semillas, como se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Parámetros de profundidad para garantizar una buena siembra

Medidas	Semillas pequeñas (cm)	Semillas grandes (cm)
Profundidad de siembra	De 1,5 a 2 cm	De 2 a 4 cm
Distancia entre semillas	3 cm	6 cm
Distancia entre surcos	60 cm	60 cm
Tipos de hortalizas	Cebolla, tomate, zanahoria, rábano	Pepino, etc.

23. Qué se puede cultivar en Lima

Uno de los factores importantes a tener en cuenta para el cultivo de hortalizas es la época de siembra, mediante la cual se define el momento adecuado para sembrar determinadas especies. A continuación, se detalla una lista de cultivos que se puede sembrar según la época del año:

- **Cultivos que pueden ser sembrados durante todo el año:** acelga, arúgula, hinojo, espárrago, huacatay, lechuga de hoja, moringa, quinua de hoja, tomatito.
- **Cultivos que pueden ser sembrados durante época cálida (resistentes a altas temperaturas):** ají, albahaca, berenjena, camote, crotal, choclo bebé, eneldo, frijol castilla, frijol de palo (chivatito), frijol panamito, girasol, hierbaluisa, manzanilla, melón, mora, pepinillo, pimiento, plátano, sandía, tomate, verdolaga, yuca, zapallito.
- **Cultivos que pueden ser sembrados durante época fría (resistentes a bajas temperaturas):** ajo, alcachofa, arveja, apio, betarraga, brócoli, caigua, cebolla, coles, coliflor, culantro, espinaca, fresa, frijol canario, haba, lechuga de seda, mastuerzo, nabo, papa, perejil, poro, rabanito, zanahoria, zapallo.
- **Cultivos que se pueden sembrar para media estación (otoño o primavera):** arveja china (holantao), caléndula, cebollita china, diente de león, vainita.

Calendario de siembra

A continuación, se muestran 34 opciones de hortalizas para todo el año para el caso de Lima, considerando las estaciones y la radiación solar.

24. Mantenimiento y cosecha

24.1. Separar las plantas después de la siembra

Si se siembran varias semillas, estas pueden “estorbarse” unas a otras cuando germinen y competir por luz y nutrientes, lo que ocasionará que crezcan muy débiles y las plagas pueden atacarlas y causar su muerte. Para evitar lo anterior, luego de la siembra se debe observar a las plantas y, si están muy juntas, seleccionar las más vigorosas y eliminar las más débiles (Álava y Salgado, 2012).

24.2. Eliminar las partes enfermas

Las plantas que presentan partes dañadas y las que crecen débiles son las primeras en ser atacadas, con lo que comienza la “invasión” de plagas y enfermedades. Por ese motivo, deben ser eliminadas. Se puede elaborar compost con ellas (Álava y Salgado, 2012).

Tabla 7. Actividades para el mantenimiento de las plantas del biohuerto

Actividad	Descripción
Deshierbar	Sacar la maleza (mala hierba que crece naturalmente)
Desahijar	Dejar solo una planta por agujero (la más grande y sana).
Controlar las plagas	Aplicar un biopreparado casero cada dos semanas para controlar el ataque de insectos y hongos
Nutrir la planta	Rociar las hojas con biol cada 15 días después del riego o aplicar guano o compost una vez al mes, también después del riego

25. Control de plagas

Para controlar las plagas, es recomendable utilizar abonos orgánicos, que fortalecen los microorganismos benéficos existentes en el suelo; retirar las plantas enfermas para evitar la proliferación de la plaga y evitar el uso de pesticidas, pues esto elimina los controladores biológicos.

Según Ceballos (2014), antes de la siembra y a lo largo de todo el cultivo, se deben tener en cuenta algunas recomendaciones que contribuyan a tener un huerto urbano saludable y más resistente a las plagas y enfermedades, las cuales se procederá a detallar.

25.1. Sembrar plantas con flores

Ubicar plantas con flores en los cercos vivos o en contenedores es esencial para que los controladores biológicos siempre tengan un lugar donde quedarse (Ceballos, 2014).

25.2. Controlador biológico

Son especies que ayudan a eliminar algunas plagas. Por ejemplo, el controlador biológico típico del pulgón de hoja es la mariquita.

26. Nutrición del huerto

26.1. Abonamiento

Consiste en aplicar abonos de origen orgánico al suelo con la finalidad de devolver los nutrientes que fueron extraídos por cultivos sembrados anteriormente, y así asegurar el crecimiento óptimo de las hortalizas. La aplicación de abonos orgánicos genera diversos beneficios, como el incremento de la actividad microbiana y la capacidad de retención de agua, además de ayudar a mejorar la estructura del suelo (Foncodes, 2014).

La aplicación del abono en el suelo se puede realizar de diversas formas; por ejemplo, de manera lineal, en bandas, al voleo o mediante líquidos. Realizar el abonamiento del suelo es uno de los métodos que no requiere una gran inversión económica, porque los insumos requeridos provienen de las chacras, y su aplicación ayuda a la producción de productos saludables y de alta calidad (Foncodes, 2014).

26.2. Aplicación de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos que se utilizan en el huerto son los siguientes:

- **Compost**

Es utilizado para mejorar la calidad del suelo y aportar los nutrientes requeridos para el crecimiento óptimo de los cultivos y las plantaciones (ver figura 11).



Figura 11. Compost casero para huerto

Se puede usar estiércol de vaca, gallina, cuyes, otros; pero nunca se debe emplear estiércol fresco, porque puede producir quemaduras en las raíces. Tampoco se debe utilizar excremento de gato o perro (son contaminantes), hojas de eucalipto, plantas venenosas, vidrios, metales, plásticos, restos de grasa y carnes (demoran su descomposición).

- **Mulch**

Según Foncodes (2014), el mulch o acolchado es una capa que se extiende sobre el suelo (alrededor de los cultivos) y está compuesta por residuos de origen vegetal (ramas, hojas, otros), favoreciendo a la retención de la humedad del suelo. Esta capa de restos verdes se descompone y sirve como materia orgánica.

- **Abono verde**

Según Foncodes (2014), comprende la incorporación de determinadas especies (de crecimiento rápido) al suelo, con la finalidad de favorecer al aporte de nutriente y materia orgánica, y por ende mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Una de las especies recomendadas para este fin son las leguminosas (ver figura 12).



Figura 12. Incorporación de abono verde (alfalfa)

- **Humus de lombriz**

Según Foncodes (2014), el humus de lombriz “es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición de la materia orgánica (estiércol, residuos verdes, otros), la cual es realizada por lombrices” (ver figura 13).



Figura 13. Incorporación de lombriz

- **El biol**

De acuerdo con Foncodes (2014), el biol es un abono orgánico líquido obtenido de la descomposición de la materia orgánica (estiércol, restos de plantas, etc.) y mezclado con otros insumos (melaza, leche, ceniza, entre otros) en un medio anaerobio (ver figura 14).



Figura 14. Preparación de biol (fuente: AgroRural)

27. Ventajas de los abonos orgánicos

De acuerdo con Foncodes (2014), las ventajas de los abonos orgánicos son las siguientes:

- Favorecen al aporte de nutrientes al suelo, lo cual permite el crecimiento adecuado de los cultivos.
- Favorecen a la capacidad de retención de agua (humedad), especialmente en suelos arenosos.
- Mejoran la estructura del suelo.
- Requieren una mejor inversión económica, ya que los insumos proviene de las chacras.
- Permiten realizar productos saludables, higiénicos y de alta calidad.
- Disminuyen la contaminación del suelo y ambiental, siempre y cuando se asegure su adecuado manejo.

28. Control de plagas y enfermedades

Los organismos no benéficos (plagas) y enfermedades generan daños severos en los cultivos y, en muchas ocasiones, pueden originar pérdida del cultivo. Dicha situación se da especialmente en lugares con temperaturas elevadas o climas cálidos (Foncodes, 2014).

A continuación, se detallan cinco técnicas para evitar y eliminar plagas y enfermedades:

a. Control cultural

El control cultural incluye una adecuada preparación del suelo, buena densidad de siembra y la práctica de rotación de cultivos y siembras asociadas (ver figura 15). Se sugiere combinar las hortalizas con especies aromáticas como la ruda, la menta, el tomillo, entre otras (Foncodes, 2014, p. 47).



Figura 15. Asociación de plantas en huerto para control cultural

b. Control biológico

El control biológico hace referencia a la minimización de organismos no benéficos (plagas) mediante la acción de sus enemigos naturales (predadores, parásitos o insecticidas biológicos). Por lo tanto, se debe asegurar la protección a los controladores biológicos como mariquitas, sapos, lagartijas, entre otros; tal y como se muestra en la figura 16 (Foncodes, 2014).



Figura 16. Controlador biológico (mariquita) atacando a un pulgón

c. Control mecánico

“Consiste en recoger manual y oportunamente larvas, insectos, caracoles, babosas, etc., y enterrarlos. Esta técnica requiere mucha mano de obra, pero sí es aplicable en biohuertos pequeños” (Foncodes, 2014, p. 48).

d. Control con trampas

Según Foncodes (2014), para capturar insectos y babosas se pueden utilizar las siguientes trampas:

- **Trampas de azúcar para atrapar larvas.** Para implementar este tipo de trampa se requiere mezclar 1 kg de azúcar rubia, media botella de cerveza y un vaso pequeño de ron. Hervir todo junto hasta que tenga una textura espesa. Seguidamente, se procede a colocar el preparado realizado en trozos de madera o cartón ubicándolos en diversas partes del biohuerto.
- **Trampas para babosas y caracoles.** Para implementar este tipo de trampas se requiere colocar cantidades iguales de azúcar, alcohol y agua en un recipiente o plato. A continuación, se entierra los recipientes o platos que contienen el preparado realizado al ras del suelo y en diversos lugares del biohuerto.

- **Trampas amarillas.** Para implementar este tipo de trampa se requiere de piezas de plástico de color amarillo cubiertas con una sustancia pegajosa (mantequilla o aceite), las cuales deberán estar sujetadas por dos varillas verticales. Este tipo de trampas son efectivas para la captura de moscas blancas, pulgones y otras plagas (ver figura 17).



Figura 17. Control con trampas amarillas

e. Control con biocidas

Consiste en aprovechar plantas que tienen propiedades para eliminar o alejar algunas plagas y enfermedades (ver figura 18) (Foncodes, 2014, p. 50).



Figura 18. Control de plagas con insecticidas ecológicos

Tabla 8. Medidas caseras para la prevención y control de plagas, preparados con plantas biocidas

Planta	Plagas que controla	Preparación	Dosis y forma de aplicación
Ajo	Controla y repele pulgones, chinches, moscas y zancudos.	Machacar 100 g de ajo y dejarlo macerar por 1 día con 5 cucharadas de aceite, en un recipiente tapado.	Diluir en 10 litros de agua con 10 g de jabón (no detergente), colar y utilizar directamente.
Ortiga	Protege contra ataque de pulgones y araña roja.	Macerar 1 kg de hojas y tallos frescos en 10 L de agua, durante dos semanas.	Aplicar al follaje, mezclando un cuarto de litro del macerado, previamente colado, en 15 L.
Rocoto	Controla gusanos comedores de hojas y barrenadores.	Macerar 1/4 kg de rocoto seco en un litro de alcohol durante tres días.	Colar y mezclar en 10 L de agua; luego, fumigar cada 8 días, tres veces al día.
Ají	Insecticida repelente y antiviral	Machacar y macerar 1 kg de ají seco en 2 L de agua y dejar reposar 1 día.	Mezclar 1 L del macerado filtrado en 20 L de agua, agregar una cucharadita de jabón negro y fumigar.
Ajenjo o marco	Insecticida y repelente de pulgones, ácaros, moscas, babosas, gusanos y hormigas	Macerar 1 kg de hojas secas en 10 L de agua durante una semana.	Mezclar 3 L del macerado, previamente colado, en 20 L de agua y aplicar.
	Controla insectos en general.	Hervir 1/2 kg de ramas secas en 5 L de agua durante 20 minutos en un recipiente tapado, dejar reposar 10 min y colar.	Mezclar 1/2 L de la infusión en 20 L de agua y fumigar.

Cebolla	Controla pulgones, ácaros y algunas enfermedades causadas por hongos y bacterias.	Macerar 1 kg de bulbo de cebolla machacada en 10 L de agua durante 7 días.	Mezclar 1 L del macerado filtrado en 4 L de agua. Aplicar 3 veces al día durante 3 días.
---------	---	--	--

Tomado de Foncodes (2014)

Tabla 9. Medidas caseras para el control de enfermedades en el huerto urbano

Enfermedad	Daños	Medidas de control
Hongos (localizados en las hojas)	Varios, dependiendo del tipo de hongo	• Azufre, espolvorear sobre las manchas que se encuentran en las hojas hasta cubrirlas.
		• Manzanilla (controla los hongos), disolver 1 taza de manzanilla concentrada en 2 L de agua, colar y fumigar.
		• Cola de caballo, hervir 1/2 kg de hierba fresca en 10 L de agua, enfriar, colar, agregar 1 cucharadita de jabón de ropa y fumigar cada dos semanas
Mildiu	Manchas marrones o polvo que asfixia a las hojas hasta secarlas. Se presenta principalmente en las lechugas, alcachofas, tomates y pimientos.	• Eliminar la parte afectada, airear la planta mediante la poda.
		• Manzanilla, se prepara una infusión con 50 g de flores por 1 L de agua, colar, mezclar en 9 L de agua y fumigar.
Podrición apical	Se inicia con una mancha de color marrón en las flores y frutos, la cual se pone negra y ocasiona la pudrición de toda la planta.	• Tener una rutina regular de riego evita que las plantas se estresen y tengan esta enfermedad.
		• Eliminar las hojas viejas del fondo de la planta para promover el crecimiento de hojas jóvenes y activas.
Roya blanca	Se presentan pequeñas ampollas blanquecinas en hojas y tallos del nabo y el rabanito.	• Enterrar residuos de cosecha, rotar los cultivos y evitar tener plantas en exceso.
Quemazón del borde de las hojas	Se afectan los bordes de las hojas de col china, por falta de calcio o por riegos irregulares.	• Realizar riegos ligeros y frecuentes, buen abonamiento y cosechar oportunamente.
Oidiosis	Las hojas, los tallos, las flores y los frutos son cubiertos por un polvo blanquecino. Luego, cambia a color pardo. Ataca generalmente a la caigua, el melón, el pepinillo, la sandía y el zapallo.	• Antes de cosechar, recoger y enterrar las partes infestadas.
		• Usar cultivos y variedades resistentes.

Tomado de Foncodes (2014)

29. Cosecha

De acuerdo con Foncodes (2014, p. 53), para cosechar las hortalizas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Que el cultivo tenga un buen grado de madurez (ver figura 19).
- No cosechar en horas de alta radiación solar, ya que provoca la deshidratación del cultivo.
- Emplear herramientas adecuadas (cuchillo o tijeras de poda) durante la cosecha, a fin de evitar los daños al cultivo.
- Contar con contenedores adecuados para el traslado de las hortalizas cosechadas.
- Almacenar las hortalizas cultivadas en contenedores y en un ambiente bajo sombra.
- Separar los cultivos que presenten daño por plagas y enfermedades, a fin de evitar contagios.



Figura 19. Cosecha de huerto

Tabla 10. Información para el cultivo de hortalizas por tipo de siembra, distanciamiento y tiempo de cultivo

Hortalizas	Tipo de siembra	Distanciamiento en centímetros		Tiempo		
		Entre surcos	Entre plantas	Emergencia (días)	En almácigo (días)	Hasta la cosecha
Acelga	Directa	50	20	10-12		2
Apio	Trasplante	40	20			4
Beterraga	Directa	40	8	10-15		3
Ajo	Directa	50	10			6
Cebolla	Directa	20	15	10-15	45	6
	Trasplante					
	Mixta					
Col	Trasplante	40	40	8-10	45 - 60	4 - 5
Coliflor	Trasplante	40	40	8-10	45 - 60	5 - 6
Espinaca	Directa	40	5	10-12		2
Lechuga	Directa	25	20	8-10	30 - 45	3
	Trasplante					
	Mixta					
Nabo	Directa	40	10	10-12		3
Perejil	Directa	40	10			3
Poro	Trasplante	40	20	10-12	45	6
Rabanito	Directa	30	5	8		1
Zanahoria	Directa	30	5	10-12		4

Tomado de Foncodes (2014)



Referencias bibliográficas

Referencias bibliográficas

- Agencia de Residuos de Cataluña. (2016). *Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*. Generalidad de Cataluña.
- Aguirre, J. L. (1998). *Vademécum de materiales de riego*. Edipublic.
- Alabama. (2015). Ficha técnica Césped Bermuda.
- Álava, A. y Salgado, F. (2012). *Plan de acción para la inclusión de la agricultura urbana en techos verdes*. [Proyecto en Administración y Gestión Ambiental. Universidad Piloto de Colombia].
- Alcalde, L. (2017). *Optimización del riego con cisterna, en los parques y avenidas del distrito de Trujillo*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Trujillo].
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Guía práctica: Techos verdes y jardines verticales. Una piel natural para Bogotá*. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Aldana de La Torre, R. C. y Aldana de La Torre, J. A. (2011). *Guía para el reconocimiento y manejo de insectos defoliados y asociados a la Pestalotiopsis. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Cenipalma.
- Aliaga, E. (2016). *Dos frecuencias de riego en Salvia farinacea, Osteospermum ecklonis y Asparagus setaceus en cuatro diferentes sustratos para jardines verticales*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Aliaga, F. (2014). *Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional "palo negro" en Vitis vinifera l. var. Italia*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Álvarez, M. (1980). Agrotecnia de los rosales. En *Floricultura* (pp. p. 505-545). Pueblo y Educación.
- Aquafondo. (2018). Huella hídrica de los usuarios de agua de Lima Metropolitana. <https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2018/06/Huella-H%C3%ADdrica-de-los-usuarios-de-agua-en-Lima-Metropolitana-AQUAFONDO-.compressed.pdf>
- Archila, M. (2011). *Manual: Creación de viveros forestales dirigido a estudiantes del ciclo de educación complementario del nivel primario de la Escuela Rural Mixta Las Brisas de Chixoy, de Cobán, Alta Verapaz*. [Informe en Pedagogía y Administración Educativa, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Armestom M. J. (Ed.). (2004). *Viveros de plantas ornamentales*. Igape.

- Armijo, M. (2009). *Manual de planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. Área de Políticas Presupuestarias y Gestión Pública ILPES/CEPAL. http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3718/Manual_planificacion_estragetica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arrieta Ramos, B. G, Ramírez Guerrero, L. G. y Navarrete Valencia, A. L. (2017). *Manual de prácticas de la unidad de aprendizaje propagación de plantas*. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Ascencios, D., Montalvo, N., Meza, K. y Cifuentes, A. (2019). Coeficientes de riego del césped americano (*Stenotaphrum secundatum*) en condiciones de estrés hídrico utilizando riego por goteo subterráneo. *Scenia Agropecuaria*, 10(2), 207-216.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Guía técnica para reúso municipal de aguas residuales tratadas en el riego de áreas verdes de Lima Metropolitana*. ANA.
- Ávila, R., Ceballo, A., Lirola, J., Martín, A. Ortiz, F. (1996). *Agua, riego y fertirrigación*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Aznar, S. (2016). *Bases para la optimización de una red de riego. Aplicación a la ciudad de Murcia*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Azurdia C., Leiva J. M. y López, E. (2000). Contribución de los huertos familiares para la conservación in situ de recursos genéticos vegetales. II Caso de la región de Alta Verapaz, Guatemala. *Tikalía*, 18(2), 35-78.
- Bautista-Baños, S. (2006). El control biológico en la reducción de enfermedades post-cosecha en productos hortofrutícolas: uso de microorganismos antagónicos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 8(1), 1-6.
- Beard, J. B. (1973). *Turf grass: science and culture*. Prentice Hall.
- Benavides, G. (2017). Planeamiento estratégico y competitividad del Hotel del Prado Inn Cusco, 2017 [Tesis de grado en Economía y Negocios Internacionales, Universidad Peruana Austral del Cusco]. <http://repositorio.uaustral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/5>
- Bernal, M. (2012). *La planificación: conceptos básicos, principios, componentes, características y desarrollo del proceso*. Universidad Santa María.
- Blanchard, L. y Miller, G. (2002). *Managing bermudagrass turf: selection, construction, cultural practices and pest management strategies*. John Wiley and Sons.
- Bobadilla, M., Espejel, M., Lara, F., Álvarez, S., Ávila, S. y Fermán, J. (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Política y Cultura*, (40), 99-122.

- Boletín Oficial del Estado. (19 de julio de 2005). Real Decreto 824/2005. Sobre productos fertilizantes. BOE-A-2005-12378.
- Bonells, J. E. (2017). Introducción al arte topiario. Jardines sin fronteras. <https://jardinessinfronteras.com/2017/10/24/introduccion-al-arte-topiario/>
- Burés, S. (1999). *Avances en xerojardinería*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Buyatti, M. A. (2003). *El cultivo de rosas*. Universidad Nacional del Litoral.
- Caballero, M. (1990). El cultivo de la rosa en Canarias. Situación actual y posibilidades de mejora. *Agrícola Vergel*, 9(99), 232-237.
- Cabildo de Lanzarote. (2008). Hoja Informativa "Manejo del huerto familiar ecológico". Cabildo de Lanzarote.
- Cabrera, R. I. (1995). Manejo de viveros ornamentales en USA. *Chapingo*, 3, 9-14.
- Cabrera, V. y Rossi, M. (2016). Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Cadahía, C. (1998). *Fertiirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales*. Mundi-Prensa.
- Camellato, D. (2003). Propagação. En B. H. Nakasu, A. Q. Centellas y F. G. Herter (eds.). *Pêra: produção*. Embrapa Informação Tecnológica.
- Campo Limpio. (2010). Gestión adecuada de los envases usados de agroquímicos. Triple lavado 2010. http://www.campolimpio.org.pe/new_site/index.php/que-es-el-triple-lavado
- Cañizo, J. A. y González, R. (2001). *Jardines: diseño, proyecto y plantación*. Mundi-Prensa.
- Capeco y BBVA Research. (2019). Mercado de viviendas nuevas y oficinas prime en Lima Metropolitana. <https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/peru-mercado-de-viviendas-nuevas-y-oficinas-prime-en-lima-metropolitana/>
- Carreón, M., Domínguez, G. y Gutiérrez, J. (2013). *Manual básico de producción de plantas en vivero*. Unorca. https://issuu.com/gdguezm/docs/manual_basico_prod_plantas_en_vivero
- Castañón, G. (2000). *Ingeniería del riego*. Paraninfo.

- Cavalheiro, F., Del Picchia, P. C. D. (1992). Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. En *Anais do 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana*. Vitória.
- Ceballos, J. (2014). Capacitación e implementación en el grupo de la tercera edad “Años Maravillosos” huertas caseras con material reciclable para el fortalecimiento de la seguridad alimentario en la comuna Doce, Municipio de Ibaguè, Tolima, Colombia. Proyecto de desarrollo social comunitario. Universidad Abierta y a Distancia UNAD.
- Centellas, A., Álvarez, V., Acuña, E., Rocha, E. y Maita, E. (2011). *Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero*. Fundación Proinpa.
- Ceplan. (2018). Guía de Políticas Nacionales. Modificada por Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N.º 00057-2018/Ceplan/PCD.
- Chang, F. y Gálvez, L. (2015). *Influencia de parques urbanos en la calidad de aire de la ciudad metropolitana de Huancayo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/152>
- Chinchilla, A. (2009). *Catálogo de plantas aplicadas en la arquitectura guatemalteca*. [Tesis de grado en Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Chiong, C. (2015). Estimación de la recarga del acuífero del Rímac, Sector Ate, mediante el riego de áreas verdes. [Tesis de grado en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Christian, N. (1998). *Fundamentals of turf grass management*. Ann Arbor Press.
- CIAL. (2019). Análisis del sector inmobiliario de Perú.
- Cillóniz, B. (2017). Manual completo para cultivar rosas. AgroForum. <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/manual-completo-cultivar-rosas-12426/>
- Cohen, M. (1995). Calidad de las aguas de riego y utilización de aguas residuales. Jornadas Técnicas de Xerojardinería. Junta de Andalucía.
- Coll, J. (1991). Producción de semilla de *Paspalum dilatatum*. Serie Técnica N.º 4. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
- Congreso de la República del Perú. (28 de enero de 2005). Reglamento de la Ley N.º 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Congreso de la República. (22 de julio de 2011). Ley N.º 29763. Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

- Consejo Internacional de Monumentos y Sitios. (1981). Jardines históricos (Carta de Florencia). Icomos.
- Contreras, E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica. *Pensamiento & Gestión*, (35), 152-181.
- Contreras, X. (2013). Diseño del sistema de riego por aspersión para la comunidad de La Esmeralda ubicado en la parroquia de San José de Raranga perteneciente al Cantón Sigsig. Universidad Católica de Cuenca.
- Corral, C., Gil, M., Velasco, R. y Serrano, M. (2011). La importancia del programa de inducción, en las empresas del sector servicio. *El Buzón de Pacioli*, 74, 1-30.
- Cortés, S. y Cid, M. C. (2002). El rendimiento y la calidad en el cultivo de la rosa (*Rosa spp.*) sometida a diferentes manejos. En Congreso Científico del INCA, 12-15 de noviembre, La Habana. Memorias. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Costello, L. R. y Jones, K. S. (1994). *Water use classification of landscape species. A guide to the water needs of landscape plants*. California Department of Water Resources.
- Cruz, M. G. (2011). *Módulo sobre plantación de vivero forestal en la aldea Los Mezcales, del municipio de Jalapa*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Curtis, C. (1904). *The Book of Topiary*. J. Lane.
- De Freitas, J. M. (2000). *Influencia del método de manejo en la formación arquitectural de una planta de rosa (*Rosa spp.*) para jardín*. [Tesis de grado, Universidad Central de Venezuela].
- De la Cruz (2019). Jardines verticales. Área de capacitación del vivero forestal de la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- De la Mora, M. (2011). Manejo de riego en hidroponía en diferentes tipos de sustratos y sus mezclas. [Trabajo de grado en Especialización en Química Aplicada, Centro de Investigación en Química Aplicada].
- De Orellana, J. (2011). La arquitectura del paisaje en la costa central del Perú y su sostenibilidad. *Consensus*, 16(1), 183-213.
- Deach, P. (1964). The scope of biological control. En *Biological control of insect pests and weeds*. Chapman & Hall.
- Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. (7 de junio de 2017). Decreto que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establece Disposiciones Complementarias.

- Decreto Supremo N.º 017-2017-TR. (2018). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales del Perú.
- Del Cañizo, J. A. (2006). *El jardín: arte y técnica*. Mundi-Prensa.
- Diario oficial *El Peruano*. (8 de febrero de 2021). Resolución Ministerial N°023-2021-MINAM. Resolución que aprueba los Lineamientos para la valoración económica de la diversidad forestal y fauna silvestre.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2005). Manual de salud ocupacional. Digesa.
- Diseño del riego en instalaciones deportivas y en grandes áreas. (2000). Departamento de Riego Verde.
- Domínguez, M. (1997). Técnicas del pulmón en rosal. *Horticultura*, 123, 15-17.
- Empresas Andinas. (2017). Plantas de tratamiento de aguas residuales, conoce sus beneficios. <https://www.andinas.com/plantas-de-tratamiento-de-aguas/>
- Enríquez, J. A. (2016). *Los equipos de protección personal y su incidencia en los riesgos laborales de los trabajadores del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
- Eraso, P. (2000). *Manual de labores. Cultivo de rosas*. Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Espinoza, E. (2015). *Evaluación de cuatro labores agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas de producción, en dos variedades de rosa (Rosa spp.)*. Pedro Moncayo, Ecuador, 2012. [Tesis en Ingeniería Agropecuaria, Universidad Politécnica Selesiana].
- Estévez, R. (2012). Jardines verticales. Eco Inteligencia. <https://www.ecointeligencia.com/2012/04/jardines-verticales/>
- Estrada, L., Gómez, V., Madrigal, J., Madrigal, I. y Ulloa, M. (2011). Formación en valores medioambientales a través de la creación de un vivero escolar en la escuela "Rubén Darío". [Monografía en Ciencias de la Educación, mención en Educación Primaria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].
- FAO. (1998). World Reference Base for Soil Resources. 84 World Soil Resources Report. ISSS, ISRIC, FAO.
- FAO. (2008). Base referencial mundial del recurso suelo: Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Reporte n.º 103. Roma.
- Fariello, F. (2004). *La arquitectura de los jardines: de la antigüedad al siglo XX*. (Vol. 3). Reverté.

- Feng, R. (2008). *Espacio y paisaje en el jardín oriental*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid].
- Fernández, E. F. (2006). Concepto de política y vida cotidiana. *Xihmai*, 1(1), 5.
- Fernández, H. L. (2000). El cultivo de la rosa para flor cortada (segunda parte).
- Fernández, R., Oyonarte, N., García, J., Yruela, M., Milla, M., Ávila, R. y Gavilán, P. (2010). *Manual de riego para agricultores. Módulo 3: Riego por aspersión*. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación.
- Figueroa, V., Gayoso, J., Oyarzún, E. y Planas, L. (2018). Investigación aplicada sobre geografía urbana. Un caso práctico en la ciudad de Valdivia. *Gestión Turística*, (3), 107-148.
- Finardi, N. L. (2003). Descrição e método de propagação de porta-enxerto. En M. do C.B. Raseira y A. Centellas-Quesada (eds.), *Pêssego produção*. Embrapa Informação Tecnológica.
- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social. (2014). *Biohuertos familiares para la producción de hortalizas*. Foncodes.
- Gaete, L. (2001). Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado. [Trabajo de titulación, Universidad de Talca].
- Gambia, L. (1995). El cultivo de rosa de corte. En *Escuela de Fitotecnia* (pp. 10-30). Universidad de Costa Rica.
- García de la Fuente, R. (2011). *Caracterización y uso de compost de alperujo como enmienda orgánica. Evaluación agronómica y medioambiental*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia].
- García, I. y Romero E. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la formación de una empresa que preste servicios de instalación de jardines verticales en Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- García, E. (2010). Módulo "Viveros forestales y la importancia de reforestar", Centro Educativo NUFED, N.º 489, Caserío Cruz Nueva, aldea Estancia de la Virgen, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. [Informe de licenciatura en Pedagogía y Administración Educativa, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- García, S. (2008). Diseño y propuesta constructiva de parque urbano y recreativo ENTRE CEIBAS. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].

- Gardena-Husqvarna. (2013). Robot cortacésped Gardena. <https://www.guiaverde.com/noticias/robot-cortacesped-gardena-1580/#:~:text=El%20corte%20es%20una%20de,b%C3%A1sicos%20para%20su%20buen%20mantenimiento>.
- Geilfus, F. (1994). *El árbol al servicio del agricultor: Principios y técnicas. Manual de agroforestería para el desarrollo rural*. CATIE.
- Gil-Albert, F. (2006). *Manual técnico de jardinería I. Establecimiento de jardines, parques y espacios verdes*. Mundi-Prensa.
- Gobierno del Perú. (14 de noviembre del 2012). Decreto Supremo N.º 016-2012-AG. Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*. Princeton University Press.
- Gómez, H., Zapata, A., Torres, E. y Soberanis, W. (2014). *Manual de producción y uso de hongos entomopatógeno*. Laboratorio de entomopatógenos SDCB-Senasa.
- González, I. (2018). Guía pedagógica sobre el cuidado de los jardines verticales en maceta, dirigida a docentes y alumnos de sexto grado de la Escuela Oficial Rural Mixta, San Miguel Rincón, Casillas, Santa Rosa. Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_8379.pdf
- González, M. (2018). El césped vivo. Casa y jardín. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/casa-y-jardin/el-cesped-vivo-1714926.html>
- Grupo ANEC. (S. f.). *Manual. Huertos municipales Sostenibles*. Diputación de Alicante. https://issuu.com/diputacionalicante/docs/manual_huertos
- Guamán, J. F. (2015). *Análisis de la influencia de las plantas ornamentales como estrategia para mejorar el entorno ecológico de la escuela "Santa Catalina" de la parroquia San Lucas*. [Trabajo de licenciatura en Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Equinoccial].
- Gutiérrez, R. V. (2008). Situación actual y perspectivas de la fruticultura en Bolivia. En *Fruticultura de nuestra tierra*. Vol. 1. Fundación para el Desarrollo Frutícola.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1998). *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. Continental.
- Hernández-Lauzardo, A. N., Bautista-Baños, S., Velázquez del Valle, M. G. y Hernández-Rodríguez, A. (2007). Uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha en frutos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25(1), 66-74.

- Hill, L. y Hill, N. (1995). *Rodale's successful organic gardening lawns, grasses and groundcovers*. Rodale Press.
- Huamán, V. y Brañes, D. (2020). *Espacio de comercio informal y gestión de residuos sólidos en el mercado de flores: Mercado Central de flores en el distrito de Santa Anita*. Universidad Peruana Unión.
- Inapmas. (1998). Estrategias aplicables a la gestión ambiental de áreas verdes urbanas. Ministerio de Salud.
- Ingelmo, F. e Ibáñez, A. (1998). *Runoff and infiltration in soils amended with sludge under dry Mediterranean climate. Ecosystems and Sustainable Development: 1 Advances in Ecological Sciences*. Computational Mechanics Publications.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (6 de noviembre de 2002). Resolución 2407. Resolución que dicta normas en materia de producción, distribución, comercialización, importación y movilización dentro del territorio nacional de material de propagación clonal de frutales.
- Instituto Metropolitano de Planificación. (2010). Inventario de áreas verdes a nivel metropolitano. <https://www.urbanistasperu.org/imp/inventariodeareasverdes/PDF/Inventario%20de%20Areas%20Verdes%20a%20nivel%20Metropolitano.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2007). Vivero. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/21/anexos.html>
- Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud. (1998). Estrategias aplicables a la gestión ambiental de áreas verdes. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2028-1.pdf>
- Intec. (1997). *Manual de compostaje*. Corporación de Investigación Tecnológica.
- IPCC. (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. IPCC.
- Jáuregui, M. A. (2017). Factores de riego en tres especies de césped en las áreas verdes de la UNALM. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Jiménes, G. E. (1999). Propagación masiva de plantas *in vitro*. En *Curso de aplicaciones de la biotecnología en la mejora genética de plantas y en la producción de semillas*. Instituto de Biotecnología de las Plantas.
- Keller, T. y Hakansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma*, 154(3-4), 398-406.

- Killicoat, P, Puzio, E. y Stringe, R. (2002). The Economic value of trees in urban areas: Estimating of benefits of Adelaides's Street trees (2002). <https://treenet.org/resources/the-economic-value-of-trees-in-urban-areas-estimating-the-benefits-of-adelaides-street-trees/>
- Laborda, R. y Rodrigo, E. (2014). Protocolo de muestreo de plagas y auxiliares en cultivos hortícolas. Universitat Politècnica de València. <https://docplayer.es/44340077-Protocolo-de-muestreo-de-plagas-y-auxiliares-en-cultivos-horticolos.html>
- Labrador, J., Guiberteau, A., López, L. y Reyes, J. (1993). La materia orgánica en los sistemas agrícolas: manejo y utilización. Número 3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- León, J. (2004). *Guía para la determinación de deficiencias nutricionales en tomate de árbol* (*Solanum betaceum Cav.*). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Ley 29783. (27 de octubre de 2016). Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento.
- Llempén, S. (2016). *Uso de espacios verdes en el diseño de un complejo residencial estudiantil para el mejoramiento de la calidad ambiental del sector San Isidro*. [Tesis de grado en Arquitectura, Universidad Privada del Norte].
- Lloyd, N. (1999). *Topiary: Garden craftsmanship in yew and box*. Garden Art Press.
- López, I. (2008). *Arbolado urbano en Mérida, Yucatán, y su relación con aspectos socioeconómicos, culturales de la estructura urbana de la ciudad*. [Tesis de maestría en Ciencias de Ecología Urbana, Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida].
- López, M., Gonzáles, M., Hernández, L., Ramírez, W., Medina, R. y Pérez, J. (2013). Estado del conocimiento del mejoramiento genético de cespitosas. *Pastos y Forrajes*, 36(3), 278-287.
- Lund, H. (1996). *Manual de reciclaje*. Vol. 1, cap. 18. McGraw-Hill.
- Madrazo, A. y González, M. (2018). Cubresuelos ornamentales. Una alternativa sustentable para las áreas verdes urbanas. *Agronomía y Forestal*, 54, 34-36.
- Marschner, H. (1995). *Nutrición mineral de plantas superiores*. (2.ª ed.). Academic Press.
- Martínez, A. (2012). *Manual de criterios de diseño en jardines urbanos*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].

- Martínez, S. (2017). *Estudio y aplicación de las fachadas verdes para mejorar la eficiencia energética en edificación. Caso práctico de estudio barrio Cremor, Castellón*. [Tesis de grado, Universidad Jaime I].
- Mateo, J. M. (1976). *Los céspedes*. Mundi-Prensa.
- Medina-Gaud, S., Martorell, L. F. y Maldonado, C. J. (2003). Catálogo de los nombres comunes de insectos y acarinos de importancia económica en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Estación Experimental Agrícola de Río Piedras.
- Mendoza, K. (2016). *Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*. INIA.
- Ministerio del Ambiente. (2010). Sistema de información geográfica de suelos. Dirección General de Ordenamiento Territorial.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Los ácaros en la agricultura. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1814.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (S. f.). *Plaguicidas químicos, composición y formulaciones, etiquetado, clasificación toxicológica, residuos y métodos de aplicación*. Capítulo 2. Aplicación eficiente de fitosanitarios.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2009). Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito. http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/ds_016-2009-mtc.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). "Glosario de términos" de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Ministerio del Ambiente. (2010). Política Nacional del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/Pol%C3%ADtica-Nacional-del-Ambiente.pdf>
- Minsalud. (2017). Programa de elementos de protección personal, uso y mantenimiento. Ministerio de Salud de Colombia.

- Miss Chen. (2017a). Acodo: método para reproducir frutales. *Garden Manage*. <https://es.gardenmanage.com/statuses/1000143515.html>
- Miss Chen. (2017b). Acodos: multiplicar arbustos por acodo. *Garden Manage*. <https://es.gardenmanage.com/statuses/1000143525>
- Molina Mercader, G., Zaldúa Flores, S., González Vargas, G. y Sanfuentes Von, E. (2006). Selección de hongos antagonistas para el control biológico de *Botrytis cinerea* en viveros forestales en Chile. *Bosque (Valdivia)*, 27(2), 126-134.
- Monje, R. (2006). Manejo de céspedes con bajo consumo de agua. (2.a ed.). Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Moreno, G. y Bernal, J. (1979). *Propagación de plantas*. Dosmil.
- Municipalidad Distrital Pueblo Nuevo. (2019). Plan de elaboración de compostaje. Municipalidad Distrital Pueblo Nuevo.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (18 de septiembre de 2012). Ordenanza N.º 1628-2012-MML. Ordenanza que aprueba la Política Metropolitana del Ambiente.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (22 de diciembre de 2019). Ordenanza N.º 2201. Ordenanza que aprueba el Régimen tributario de los arbitrios de recolección de residuos sólidos, barrido de calles, parques y jardines públicos y serenazgo correspondientes al ejercicio 2020 en el Cercado de Lima.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (28 de diciembre de 2014). Ordenanza N.º 1852-2014-MML. Ordenanza para la gestión, manejo y conservación de áreas verdes y arbolado urbano en la provincia de Lima.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (28 de diciembre de 2014). Ordenanza N.º 1852-2014-MML. Ordenanza para la Gestión, Manejo y Conservación de Áreas Verdes y arbolado urbano en la provincia de Lima.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. Ordenanza N.º 562, Ordenanza que aprueba el Marco del Régimen Tributario de los Arbitrios Municipales en el Cercado de Lima.
- Muñoz, M. A. (2019). Cortadora de césped automatizada. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia].
- Navarro, J. (2013). Los jardines verticales en la edificación. [Tesis de máster, Universidad Politécnica de Valencia].

- Nina, A. (2020). *Gestión agroambiental de residuos sólidos agrícolas (subproductos orgánicos) mediante la elaboración de bocashi e impacto de su valorización en la bioproducción de lechuga (Lactuca sativa) en el IESTP Valle del Tambo-Cocachacra 2020*. [Tesis de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
- Nunes Zuffo, C. (2000). *Introducción al control biológico de plagas insectiles*. UNES, OXFAM Quebec.
- O’Farrill-Nieves, H. Medina-Gaud, S. (2007). *Las plagas comunes de los árboles urbanos de Puerto Rico. Identificación y manejo integrado*. International Institute of Tropical Forestry.
- O’Farrill-Nieves, H., Gallardo-Covas, F., Ruiz, H. y Negrón, J. (1986). *Identificación y manejo de plagas en las hortalizas*. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- O’Farrill-Nieves, H. (1991). *Manual básico para usuarios de plaguicidas restringidos*. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Servicio de Extensión Agrícola.
- Obyrcki, J. (1986). The influence of foliar pubescence on entomophagous species. En D. J. Boethel y R. D. Eikenbary, *Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects*. Ellis Horwood.
- Oklahoma State University Cooperative Extension Service. (1999). *Applying pesticides correctly: a guide for private, commercial/noncommercial, and service technician applicators*. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Olivera Salazar, A. y Zúñiga Barrera, S. (1987). *Correlación y regresión. Serie de probabilidades y estadística 7*. Limusa.
- Ordóñez, N. (2010). *Mejorar el medio ambiente, reforestando el cementerio de aldea El Paraíso, San Diego, Zacapa*. [Tesis de licenciatura en Pedagogía y Administración Educativa, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (1996). *El drenaje de las tierras de regadío. Manejo del agua de riego*. Manual de campo n.º 9. FAO.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2018). Bosques urbanos ayudan a enfrentar la contaminación, el cambio climático y la falta de suministro de agua. <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1110183/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014). *Una huerta para todos. Manual de autoinstrucción*. (5.ª ed.). FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3846s.pdf>
- Organización Mundial de la Salud, OMS, y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2008). Directrices sobre opciones de manejo de envases vacíos de plaguicidas. <http://campolimpio.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/FAO-Code-Containers.pdf>
- Ortiz, B. y Guel, G. (2014). *Repuesto del cultivo de tomate en suelo biofumigado con brócoli (Brassica oleracea L. var italica Plenck), estiércol y acolchado plástico*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma Fitotecnista, Universidad Autónoma de San Luis].
- Ortiz, R. A., Motta, R. S. y Ferraz, C. (2001). *Estimando o valor ambiental do Parque Nacional do Iguaçu: uma aplicação do método de custo viagem. Texto para discussão*. IPEA.
- Osuna Fernández, H. R., Osuna Fernández, A. M. y Fierro Álvarez, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Palacios, J. (2014). Bases agronómicas para el desarrollo de jardines verticales. Programa de Investigación en Ornamentales de la UNALM. https://www.academia.edu/35555190/BASES_AGRONOMICAS_PARA_EL_DESARROLLO_DE_JARDINES_VERTICALES#:~:text=La%20mayor%20parte%20de%20las,crecimiento%20dentro%20de%20los%20m%C3%B3dulos.&text=Los%20nutrientes%20se%20distribuyen%20principalmente,la%20parte%20superior%20del%20sistema.
- Parra, A. I. (2010). *Llano Vivero Guacavia. Marco teórico*. <http://llanovivero.blogspot.com/2010/09/marco-teorico.html>
- Parracia, A. (2012). *Césped: principales especies, manejo y métodos de propagación usados en parques y jardines*. [Trabajo final de Ingeniería en Producción Agropecuaria, Universidad Católica de Argentina]. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/cesped-principales-especies-manejo.pdf>
- Pedrosa, W. (2013). *Influencia de la salinidad y la temperatura en la germinación de Limonium tabernense Erben: Implicaciones para el diseño de jardines y restauración ecológica de áreas salinas en ambientes áridos y semiáridos*. [Tesis de grado, Universidad de Almería].

- Pérez, F. (2017). *Fisiología vegetal. Parte III. Nutrición mineral*. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Pescod, M. B. (1992). *Wastewater treatment and use in agricultura*. Irrigation and Drainage Paper. N.º 47. FAO.
- Petro, G. (2014). *Guía práctica techos verdes y jardines verticales*. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente.
- Plumed, J. y Costa. M. (2013). *Monografías botánicas*. Vol. 1. Las Palmeras. Jardín Botánico de la Universitat de València.
- Programa de Hortalizas. (2000). *Hortalizas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/2-Acerca%20de%20las%20cartillas%20de%20cultivo.pdf>
- Quiñones, J. R. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas*. <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-técnicas-métodos-y-procedimientos-de-reproducción-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>
- Quispe, J., Mamani, M., Cano, D. y Tuesta, Y. (2019). Valoración económica de áreas verdes urbanas de uso público en el centro histórico de la ciudad de Puno, 2019. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872019000100007&lng=en&nrm=iso
- Quispe, S. A. (2013). *Análisis de la viabilidad para la instalación de un vivero forestal en el municipio de Collana del departamento de La Paz*. [Trabajo dirigido, Universidad Mayor de San Andrés].
- Ramírez, A. (2014). *Efecto de la carencia de microelementos en el crecimiento de plántones y síntomas de deficiencia en el cultivo de camu camu (Myrciaria dubia (H.B.K) Mc. Vaugh)*. [Tesis en Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional de Ucayali].
- Ramos, G. C. (2004). Frutales de clima templado. En *Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería*. Océano.
- Real Academia Española. (2022). Política. *Diccionario de la lengua española*. <https://www.rae.es/desen/pol%C3%ADtica>
- Reigart, R. y J. Roberts. (1999). *Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas*. Office of Pesticide Programs.
- Reyes, J. (2015). *Manual. Diseño y organización de viveros*. Clúster de Viveristas Dominicano.

- Rober, R. (1999). Substratos hortícolas: posibilidades y límites de su composición y uso. Substrato para plantas la base de producción vegetal en plantas. En A. N. Kampf y M. H. Fermino (eds.), *I Encuentro Nacional sobre Substratos para Plantas (EN-Sub)*. Gênesis.
- Roberts, E. C. y Roberts, B. C. (1987). *Lawn and sports turf benefits*. The Lawn Institute.
- Robin, N. (1997). *Aspectos financieros y económicos del enverdecimiento urbano. Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rodríguez, A. M., Ávila, R., Yruela, M., Plaza, R., Navas, A. y Fernández, R. (2003). *Manual de riego de jardines*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Rodríguez, J., Díaz, R., Gallardo, M., García, G. A. y Parra, A. (2006). *El huerto. Una alternativa de producción familiar*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Rodríguez, N. (2018). *Reciclaje y áreas verdes y su aporte en la educación ambiental en la población de la Universidad Politécnica Amazónica* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Amazónica]. <http://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/9>
- Rojas, S., García, J. y Alarcón, M. (2004). *Propagación asexual de plantas*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria.
- Romero, C., Chirinos, R. y López, R. (2004). Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*). *Revista Ingeniería UC*, 11(1), 35-40.
- Romero, L. (2017). *Manejo del cultivo del rosal como flor de corte, bajo condiciones de invernadero*. [Trabajo de experiencia profesional para obtener el grado en Ingeniería en Agrobiología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Ros Orta, S. (2007). *La empresa de jardinería y paisajismo. Mantenimiento y conservación de espacios verdes*. Mundi-Prensa.
- Ros, S. (2007). *Planificación y gestión integral de parques y jardines: calidad, sostenibilidad y PRL*. Mundi-Prensa.
- Rowntree R. y Nowak D. (1991). Quantifying the role of urban forest in removing atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*, 17(10), 269-275.
- Rozo, S. (2013). *El vivero forestal*. Universidad ICESI. <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/18505>
- Ruiz, S. (2013). El césped. https://issuu.com/sergiruiz0/docs/c_sped

- Saavedra, S. (2018). Importancia de una restaurant en la empresa la Balsa Beach. [Tesis en Administración en Turismo, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3061/TURISMO%20-%20Sin-thia%20Raquel%20Saavedra%20Paredes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar, A. (2017). *Eficiencia hídrica en el mantenimiento de áreas verdes públicas en zonas urbanas desérticas: el caso del distrito de San Borja, Lima*. [Tesis de grado en Geografía y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- San Martín, R. (S. f.). *Control de temperatura para un invernadero con lógica binaria. Nota técnica*. Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico. Gobierno Bolivariano de Venezuela. <http://www.fii.gob.ve/control-de-temperatura-para-un-invernadero-con-logica-binaria/>
- Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J. (2003). El diseño y realización de jardines. Nociones generales. <https://www.arbolesornamentales.es/disenodejardines.htm>
- Sánchez, M. (S. f.). Grama (*Cynodon dactylon*), la hierba más utilizada para césped. JardineríaOn. <https://www.jardineriaon.com/cynodon-dactylon.html>
- Sánchez, S. Badia, E. Handal, E. y Alas, S. (2009). *Huerto escolar. Orientaciones para su implementación*. Ministerio de Educación. <http://www.fao.org/3/am275s/am275s00.pdf>
- Sandoval, J. (2020). Memorias del taller en restauración ecológica de bosques andinos y técnicas de viveros de especies nativas. Resguardo Indígena Páez Las Mercedes Corregimiento de Herrera, municipio de Río Blanco - Tolima Complejo de Páramos Las Hermosas. Corpocuenas.
- Santiz, J. (2018). Evaluación de cuatro especies de grama bajo condiciones de sol, sombra y pisoteo con fines ornamentales en granja docente productiva Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Santos, A. (2018). *Establecimiento de céspedes utilitarios comúnmente usados en Lima*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- SENA. (2000). Formación de plantas. En *Operario calificado en labores culturales* (pp. 18-38). SENA.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2010). Formación de plantas. En *Operario calificado en labores culturales* (pp. 18-38). SENA.

- Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Senasa. (S. f.) Lista de plaguicidas agrícolas con registro vigente. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_SEC_NOR/ANEXO%201.PDF
- Silva, L. (1999). Características químicas y físicas de substratos a base de turba y cáscara de arroz carbonizada. En A. N. Kampf y M. H. Fermino (eds.). *I Encuentro Nacional sobre Substratos para Plantas (ENSub)*. Gênesis.
- Siura, S. (2016). *Acodos y propagación vegetativa natural*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Siura, S. (2018). *Producción agroecológica en la ciudad*. Módulo 1. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Smiley, D. C. (1996). *Plagas y enfermedades de los céspedes*. Mundi-Prensa.
- Sorenson, M. G., Keipi, K. J., Barzetti, V. y Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas (N.º 333.78 M274). Inter-American Development Bank, Sustainable Development Department, Environment Division.
- Stihl. (2019). El cuidado más sencillo del césped. Stihl.
- Strohbach, M., Arnold, E. y Hasse, D. (2012). The carbon footprint of urban green space-A life cycle approach. *Land Scape and Urban Planning*, 105(4), 445.
- Suita de Castro, L. A. (2008). *Produção de mudas de ameixeira cv. Stanley (Prunus domestica) visando processo de certificação*. Embrapa Clima Temperado.
- Tapia, B. (1996). Huerto con riego para familias campesinas. ITDG.
- Tella, G. y Potocko, A. (2009). Espacios verdes públicos: una delicada articulación entre demanda y posibilidades efectivas. *Mercado y Empresas para Servicios Públicos*, 55, 40-55.
- Temoche, G. (2014). Ecoeficiencia en el consumo del recurso hídrico dentro de los campos del programa de investigación en ornamentales en la Universidad Nacional Agraria La Molina. [Tesis de grado en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Thomas, R. (1975). *Les Gazons*. J. B. Bailliere et Fils.
- Torres, E. (2017). *Determinación de cantidades de carbono secuestrado por las áreas verdes del distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, Ucayali*. [Tesis de maestro en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social, Universidad Nacional de Ucayali].

- Trejo, A. (2012). *Manual de criterios de diseño en jardines urbanos*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Trenholm, L. E., Cisar, J. L., Unruh J. B. (1990). *Bermudagrass for Florida Lawns*. University of Florida.
- Ttito, C. A. (2019). *Evaluación de las propiedades del suelo por incorporación de nutrientes y materia orgánica proveniente de los residuos sólidos orgánicos agrícolas del mercado metropolitano - I Etapa Andrés Avelino Cáceres y su efecto en el cultivo del Raphanus sativus (rabanito), Majes Pedregal, 2017*. [Tesis en Química, Universidad Nacional de San Agustín].
- Turgeon, A. J. (1999). *Turf grass: Management*. Prentice Hall.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (S. f.). Fitopatología general. Departamento Académico de Entomología y Fitopatología. https://issuu.com/luchenzomejia/docs/apuntes_de_clases1.desbloqueado_1_7
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (S. f.). Propagación sexual. <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagacion/conceptos.htm>
- Universidad de El Salvador. (2001). Manual técnico manejo integrado de plagas. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional. Universidad de El Salvador.
- Uribe, E. (1997). La financiación. Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Valera, N. (2020). Cartilla práctica sobre el manejo de envases de agroquímicos para el sector rural. Gobierno Municipal Zipaquirá.
- Valores arancelarios de predios del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MCVS). <http://tramites.vivienda.gob.pe/ValoresArancelarios/consultavalores.as>
- Vargas, F. y Samaniego, G. (S. f.). *Manejo agronómico de jardinería*. <https://manualde-manejoagronomicodejardineria.blogspot.com/search?q=planos>
- Vargas, J. M. (2000). *Management of turf grass. Diseases*. (3.^a ed.). John Wiley and Sons.
- Vargas, M. A. y Balmaceda, N. (2011). Forestación urbana mediante compensación ambiental. *Centro de Políticas Públicas Universidad Católica*, 6(43).
- Vega, N. (2018). Diseño de un sistema de riego automatizado para el cultivo de legumbres en un huerto ubicado en el campus de la UCSG. Universidad de Santiago de Guayaquil.

- Victorio, C. (2017). *Valoración económica y ambiental de los servicios que ofrecen los techos verdes a las familias de la urbanización el Pinar, Comas, 2017*. [Tesis de grado en Ingeniería Ambiental, Universidad César Vallejo].
- Vila, L. (2017). *Implementación de manejo de residuos orgánicos en áreas verdes*. [Tesis de grado en Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Yance, R. (2019). *Tipos y estilos de jardines. Área de capacitación del vivero forestal de la Facultad de Ciencias Forestales*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Yong, A. (2004). Técnicas de formación y manejo del rosal. *Cultivos Tropicales*, 54.
- Zoppolo, R., Faroppa, S., Bellenda, B. y García, M. (2008). Alimentos en la huerta. Guía para la producción y consumo saludable. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA.



Glosario de términos

Glosario de términos

- **Agroecología¹:** La agroecología es una disciplina científica que estudia cómo interactúan los diferentes componentes del agroecosistema. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción.
- **Aguas residuales²:** Aguas cuyas características han sido modificadas por actividades antropogénicas, requieren de tratamiento previo y pueden ser vertidas a un cuerpo natural de agua o ser reutilizadas.
- **Arbolado urbano³:** Son las especies arbóreas tratadas de forma conjunta. Su existencia involucra al terreno donde estos se asientan y el espacio mínimo vital necesario para su adecuado desarrollo y estabilidad.
- **Arborizar⁴:** Poblar de árboles un terreno.
- **Áreas verdes²:** Son aquellas áreas o espacios verdes, capaces de sostener o en donde se pueden establecer toda clase de especies vegetales (plantas de cobertura, arbustos, macizos florales, palmeras, árboles, entre otros) sin restricción alguna.
- **Cambio climático¹:** Se refiere a la variación estadística significativa en el estado del clima o en su variabilidad, que persiste por un periodo extendido de tiempo, y que puede tener su origen en causas naturales o producirse como resultado de la actividad humana.
- **Conservación¹:** Es la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras.

1 Food and Agriculture Organization. (2022). Plataforma sobre conocimientos de agricultura familiar.

Agroecología y agricultura familiar. <https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/#:~:text=La%20agroecolog%C3%ADa%20es%20una%20disciplina,optimizan%20y%20estabilizan%20la%20producci%C3%B3n>

2 Ministerio del Ambiente. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

3 Ordenanza Municipal N° 1852. Ordenanza para la Conservación y Gestión de Áreas verdes en la Provincia de Lima.

4 Real Academia Española. (2022). Arborizar. *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/arborizar>

- **Corredor biológico**⁵: Es un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.
- **Curvas de nivel**⁶: Las curvas de nivel son líneas en un mapa que conectan ubicaciones de igual valor (isolíneas) que representan fenómenos continuos como: elevación, temperatura, precipitación, contaminación o presión atmosférica.
- **Desarrollo sustentable**⁷: La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.
- **Diversidad biológica**¹: Las diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta Tierra, es decir desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad de ecosistemas).
- **Defoliación**⁸: Caída o pérdida de las hojas de un árbol por razones naturales, por ataque de enfermedades o por actividad antrópica.
- **Especie nativa**⁹: Toda especie cuyas poblaciones silvestres se distribuyen de manera natural en el ámbito geográfico del territorio nacional. Forma parte de los procesos ecológicos de los ecosistemas presentes en el ámbito geográfico del país.

5 Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2022). Corredores biológicos, potenciando la conservación. <https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/contenido.jsp?ID=654>

6 Zarrabeitia, L. y Hernández, V. (2012). Multiresolution terrain modeling using level curve information. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Vol 240 (87-98). <https://doi.org/10.1016/j.cam.2012.08.003>

7 Organización de las Naciones Unidas. (2022). Asamblea General de las Naciones Unidas. Presidente del 65° periodo de sesiones. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml#:~:text=Se%20define%20%20C2%ABel%20desarrollo%20sostenible,para%20satisfacer%20sus%20propias%20necesidades%20%20BB>.

8 Real Academia Española. (2022). Defoliación. Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/defoliaci%C3%B3n>

9 Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre. (2022). Glosario de términos. <https://www.osinfor.gob.pe/permisos-y-autorizaciones/glosario-de-terminos/#:~:text=Especie%20nativa,el%20%20C3%A1mbito%20geogr%C3%A1fico%20del%20pa%C3%ADs>

- **Especie perenne**¹⁰: También llamados perennifolios o siempreverdes, son aquellas especies que conservan su follaje o conjunto de hojas durante todo el año.
- **Especie semiperenne**⁹: También llamados semicaducifolio, son aquellas especies vegetales que pierden parcialmente el follaje durante determinadas épocas del año.
- **Especie xerófita**¹¹: Plantas perennes capaces de soportar grandes sequías, sobre todo del suelo, por lo menos durante cierto tiempo. Se encuentran en desiertos, estepas y roquedales áridos.
- **Estolón**¹²: Brote que nace de la base del tallo con crecimiento horizontal, sobre la superficie del suelo y echa a trechos raíces que producen nuevas plantas.
- **Factores edáficos**¹³: Incluye las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que resultan de fenómenos biológicos y geológicos o actividades antropogénicas.
- **Fenología de las plantas**¹⁴: Es el estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre las plantas. Se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat. Para las áreas verdes urbanas es importante conocer fases como la floración, fructificación y maduración de las especies plantadas.
- **Fotoperiodo**¹⁵: Es el conjunto de procesos que permite a las plantas regular sus funciones biológicas utilizando el número de horas de luz que hay a lo largo de

10 Troiani, H., Prina, A., Muiño, W., Tamame, M. y Beinticinco, L. (2017). Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía. Universidad Nacional de la Pampa. Argentina. <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>

11 Universidad Nacional del Nordeste. (2013). Botánica morfológica. Morfología de plantas vasculares. Argentina. <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema3/biblio3.htm>

12 Real Academia Española. (2022). Estolón. Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/estol%C3%B3n>

13 Rajakaruna, N., Boyd, R. (2008). Encyclopedia of Ecology. Edaphic Factor. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00484-5>.

14 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (S. f.). Manual de Observaciones Fenológicas. Ministerio del Ambiente. Lima, PE. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

15 Fundación Aquae. (2022). Fotoperiodo, clave en el crecimiento de las plantas. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/fotoperiodo-al-ritmo-de-la-luz/#:~:text=Llamamos%20fotoperiodo%20al%20conjunto%20de,los%20d%C3%ADas%20son%20m%C3%A1s%20cortos%E2%80%93>

todo el año. Esto implica que este proceso tiene lugar tanto en verano cuando los días son más largos, como en invierno cuando los días son más cortos.

- **Gramínea**¹⁶: Por lo general son plantas herbáceas como el trigo, la cebada, el arroz, entre otras. Perennes o anuales. Los tallos suelen ser cilíndricos y huecos, y cuando presentan ramificaciones las tienen a nivel del suelo, extendidas lateralmente con rizomas subterráneos o estolones superficiales.
- **Hidrozona urbana**¹⁷: Zonas urbanas de requerimientos hídricos similares.
- **Monocotiledón**¹⁸: Aquellas especies vegetales cuyas semillas poseen un solo cotiledón, como el caso de las gramíneas.
- **Parques Metropolitanos**²: Son las áreas verdes generalmente de gran magnitud destinadas a generar valores paisajísticos y ambientales en la ciudad, así como al desarrollo de usos recreacionales, activos o pasivos y la provisión de servicios ambientales. Su área de influencia abarca todo el territorio metropolitano, ya sea por su ubicación, extensión o especialización.
- **Parques Zonales**²: Son las áreas verdes de una extensión significativa cuyo radio de servicio es superior al de un distrito, destinadas a satisfacer necesidades de recreación activa y pasiva de una zona metropolitana, así como proveer servicios ambientales, y pueden contar con instalaciones e infraestructura como juegos infantiles, locales de espectáculos, centros de deporte, centros culturales, zonas de campamento, entre otras.
- **Permeabilidad del suelo**¹⁹: Es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire. Mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración.

¹⁶ Universidad de Granada. (S. f.). Plantas, Polen y Estacionalidad. Gramíneas. Granada, ESP. Recuperado de: <https://www.ugr.es/~aerobio/planta.htm>

¹⁷ Consejería de Agricultura y Pesca. (S. f.). Manual de Riego de Jardines. Edit Junta de Andalucía. Córdoba, ESP. <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/riegojardines.pdf>

¹⁸ Margulis, L. (2009). Kingdoms and Domains. Kingdom Plantae. University of Massachusetts. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/daucus>

¹⁹ Food and Agriculture Organization. (2022). Permeabilidad del suelo. https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s09.htm#top

- **pH del suelo**²⁰: El pH del suelo expresa la actividad de los iones hidrógeno en la solución del suelo. Esto indica si el suelo es ácido, neutro o alcalino. El pH del suelo es un parámetro importante que influye en sus diferentes factores y es un valor que se debe tener en cuenta previo a la aplicación de determinadas especies vegetales en el terreno.
- **Plaga**²¹: Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales.
- **Plaguicidas**²²: Son productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas.
- **Plusvalía urbana**²³: Impuesto sobre el incremento del valor de los terrenos de naturaleza urbana en el momento en que se transmiten.
- **Riego por inundación**²⁴: Consiste en conducir una corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia los campos a través de canaletas y aplicarla directamente a la superficie del suelo por gravedad, cubriendo total o parcialmente el suelo.
- **Senescencia de hojas**²⁵: Es el último estadio en el desarrollo ontogénico de una hoja. Comúnmente se define la senescencia como un proceso de dismantelamiento celular, que finaliza con la muerte de células, tejidos u órganos.

²⁰Food and Agriculture Organization. (S. f.). Alianza Mundial por el Suelo. El pH del suelo. <https://www.fao.org/3/ca7162es/ca7162es.pdf>

²¹ SENASA. (2018). Lineamientos para el monitoreo de plagas del cacao. Glosario de términos - Plaga. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2018/05/Lineamientos-cacao-2018-vers-ofi.pdf>

²²Food and Agriculture Organization. (2022). Plaguicidas, en cuanto contaminantes del agua. <https://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm>

²³Conceptos Jurídicos. (2022). Plusvalía urbana. <https://www.conceptosjuridicos.com/plusvalia/>

²⁴Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior. (2018). Riego por inundación. Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy Aristides Bastidas. <https://www.slideshare.net/kimberlynveronica/riego-por-inundacion>

²⁵Guamet, J. (S. f.). La senescencia foliar: incógnitas del dismantelamiento celular. Instituto de Fisiología vegetal. Universidad Nacional de la Plata. <https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Senescencia%20foliar.pdf>

- **Servicios ecosistémicos**²⁶: son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas.
- **Tepe**²⁷: También llamado champa o pan de césped, es una porción de césped y suelo que se mantiene unido por las raíces. Usualmente aplicados en la construcción de parques y jardines.
- **Tocón**²⁸: Es la parte del tronco del árbol que queda en el suelo después de que el individuo haya sido talado.
- **Topografía**²⁹: La topografía de la superficie se define por la orientación y rugosidad de la superficie y se caracteriza por una sucesión de picos y valles.

²⁶Ministerio del Ambiente. (2022). ¿Qué son los servicios ecosistémicos?. <https://servicioecosistemicos.minam.gob.pe/#:~:text=Los%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20son%20aquellos,buen%20funcionamiento%20de%20los%20ecosistemas.>

²⁷Husqvarna. (2022). Los requisitos de la siembra y cómo hacerlo. Recuperado de: <https://tiendahusqvarna.com/blog/como-plantar-cesped/>

²⁸Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2017). Proceso de convergencia interinstitucional para la estandarización de los criterios de evaluación de los recursos forestales maderables. <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/07/PROCESO%20CONVERGENCIA%202.pdf>

²⁹Somers, N., Lasgorceix, M. (2021). Encyclopedia of Materials. Technical Ceramics and Glasses. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128185421000321>



Créditos de imágenes

Módulo	Página	Figura	Créditos
Módulo 1	23	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 1	29	Figura 1	Municipalidad de San Isidro
Módulo 2	37	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 3	51	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 3	53	Figura 1	JardineríaOn
Módulo 3	54	Figura 2	Edgar de los Santos
Módulo 3	54	Figura 3	Heróis Carne e Osso
Módulo 3	55	Figura 4	Wikipedia
Módulo 3	56	Figura 5	Circuito Mágico del Agua
Módulo 3	56	Figura 6	David Montero
Módulo 3	57	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 3	58	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 3	59	Figura 9	Oscar Oviedo Velasco
Módulo 3	60	Figura 10	Municipalidad de Lince
Módulo 4	77	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 4	78	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 4	85	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 4	87	Figura 3	Municipalidad de Lima
Módulo 4	90	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 4	91	Figura 5	Municipalidad de Lima
Módulo 4	93	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 4	96	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 4	99	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 4	99	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 4	99	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 4	100	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 4	100	Figura 12	Municipalidad de Lima
Módulo 4	101	Figura 13	Municipalidad de Lima
Módulo 4	101	Figura 14	Municipalidad de Lima
Módulo 4	101	Figura 15	Municipalidad de Lima
Módulo 4	101	Figura 16	Municipalidad de Lima
Módulo 4	102	Figura 17	Municipalidad de Lima
Módulo 5	109	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 5	110	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 5	111	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 5	112	Figura 3	Municipalidad de Lima

Módulo 5	115	Figura 4	"a.Francisco José Alcaraz b.Stickpen"
Módulo 5	117	Figura 5	"a. Inaturalist - allen83059 b.Inaturalist -F. Douglas Martin"
Módulo 5	118	Figura 6	Tonibrown
Módulo 5	120	Figura 7	(L.) Pers.
Módulo 5	122	Figura 8	Pedro Tenorio Lezama 2001
Módulo 5	124	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 5	124	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 5	126	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 5	127	Figura 12	Municipalidad de Lima
Módulo 5	128	Figura 13	Municipalidad de Lima
Módulo 5	129	Figura 14	Municipalidad de Lima
Módulo 5	130	Figura 15	Municipalidad de Lima
Módulo 5	131	Figura 16	Municipalidad de Lima
Módulo 5	134	Figura 17	Alex Molosky
Módulo 5	136	Figura 18	Municipalidad de Lima
Módulo 5	137	Figura 19	Municipalidad de Lima
Módulo 5	140	Figura 20	Municipalidad de Lima
Módulo 5	141	Figura 21	Mónica Sánchez
Módulo 5	141	Figura 22	Municipalidad de Lima
Módulo 5	142	Figura 23	César Fernández González
Módulo 5	143	Figura 24	Municipalidad de Lima
Módulo 5	143	Figura 25	balconygardenweb
Módulo 5	145	Figura 26	Municipalidad de Lima
Módulo 5	146	Figura 27	Municipalidad de Lima
Módulo 5	149	Figura 28	Municipalidad de Lima
Módulo 5	151	Figura 29	Municipalidad de Lima
Módulo 5	152	Figura 30	Municipalidad de Lima
Módulo 5	156	Figura 31	Mundiprensa
Módulo 5	157	Figura 32	Mykhailo Pavlenko
Módulo 5	158	Figura 33	Zuleta
Módulo 5	158	Figura 34	Courttesy Josep Krausz, TEAX, 1196
Módulo 5	159	Figura 35	Zuleta
Módulo 5	160	Figura 36	A. Martínez
Módulo 5	160	Figura 37	Tirogaverd
Módulo 5	161	Figura 38	Tirogaverd
Módulo 5	162	Figura 39	A. Martínez

Módulo 5	162	Figura 40	University of Illinois Extension
Módulo 5	163	Figura 41	Agroproductores
Módulo 5	164	Figura 42	GardenTech
Módulo 5	164	Figura 43	pxHere
Módulo 6	165	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 6	167	Figura 1	Casa original
Módulo 6	168	Figura 2	Simona Villela
Módulo 6	168	Figura 3	Martini Andrea
Módulo 6	169	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 6	170	Figura 5	Pikits
Módulo 6	171	Figura 6	David Austin
Módulo 6	172	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 6	173	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 6	174	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 6	174	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 6	177	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 6	178	Figura 12	Köhler, F.E., Medizinal Pflanzen (1890)
Módulo 6	179	Figura 13	"阿橋 HQ"
Módulo 6	182	Figura 14	Municipalidad de Lima
Módulo 6	184	Figura 15	1. Ecologíaverde, 2. y 3. Hawai-Días de Rosas
Módulo 6	185	Figura 16	Municipalidad de Lima
Módulo 6	190	Figura 17	"Ville de Montréal Gilles San Martin"
Módulo 6	191	Figura 18	"Rossas.Net Bernard DUPONT"
Módulo 6	192	Figura 19	Worachat Tokaew
Módulo 6	192	Figura 20	Mi huerta fácil
Módulo 6	193	Figura 21	Koppert
Módulo 6	194	Figura 22	Waffleboo
Módulo 6	195	Figura 23	Lytchett Matravers
Módulo 6	196	Figura 24	Svetlana Lisova
Módulo 6	197	Figura 25	University of Minnesota
Módulo 6	198	Figura 26	Malcolm Manners
Módulo 7	201	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 7	204	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 7	206	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 7	206	Figura 3	Circuito Mágico del Agua
Módulo 7	207	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 7	208	Figura 5	Municipalidad de Lima

Módulo 7	209	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 7	210	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 7	210	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 7	211	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 7	212	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 7	215	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 8	217	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 8	228	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 8	229	Figura 2	Carmen Deza
Módulo 8	230	Figura 3	Municipalidad de Lima
Módulo 8	231	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 9	233	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 9	234	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 9	239	Figura 2	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	239	Figura 3	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	242	Figura 4	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	242	Figura 5	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	242	Figura 6	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	242	Figura 7	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	243	Figura 8	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	243	Figura 9	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	243	Figura 10	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	244	Figura 11	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 12	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 13	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 14	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 15	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 16	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	246	Figura 17	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	251	Figura 18	"Ferrepac Scentmatic Vidagro"
Módulo 9	251	Figura 19	"All safety Municipalidad de Lima"
Módulo 9	252	Figura 20	Municipalidad de Lima
Módulo 9	252	Figura 21	Municipalidad de Lima
Módulo 9	253	Figura 22	Municipalidad de Lima
Módulo 9	258	Figura 23	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú

Módulo 9	258	Figura 24	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	258	Figura 25	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	258	Figura 26	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	260	Figura 27	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	260	Figura 28	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	261	Figura 29	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	261	Figura 30	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	261	Figura 31	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	261	Figura 32	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	261	Figura 33	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 34	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 35	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 36	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 37	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 38	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	263	Figura 39	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	264	Figura 40	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	265	Figura 41	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	265	Figura 42	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	266	Figura 43	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	266	Figura 44	Municipalidad de Lima
Módulo 9	266	Figura 45	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	266	Figura 46	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	266	Figura 47	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	266	Figura 48	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	267	Figura 49	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	268	Figura 50	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	268	Figura 51	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	268	Figura 52	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	268	Figura 53	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	269	Figura 54	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	269	Figura 55	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	269	Figura 56	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	271	Figura 57	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	271	Figura 58	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	271	Figura 59	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	271	Figura 60	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú

Módulo 9	271	Figura 61	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	271	Figura 62	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	272	Figura 63	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	273	Figura 64	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	273	Figura 65	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	273	Figura 66	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	275	Figura 67	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	275	Figura 68	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	275	Figura 69	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 70	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 71	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 72	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 73	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 74	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	276	Figura 75	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 76	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 77	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 78	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 79	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 80	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	277	Figura 81	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	279	Figura 82	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	279	Figura 83	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	279	Figura 84	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	279	Figura 85	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	279	Figura 86	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	283	Figura 87	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	283	Figura 88	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	283	Figura 89	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	283	Figura 90	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 91	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 92	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 93	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 94	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 95	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	285	Figura 96	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	286	Figura 97	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú

Módulo 9	289	Figura 98	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	289	Figura 99	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	289	Figura 100	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	289	Figura 101	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	290	Figura 102	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	290	Figura 103	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	290	Figura 104	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	290	Figura 105	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	290	Figura 106	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	291	Figura 107	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	291	Figura 108	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	292	Figura 109	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	293	Figura 110	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	293	Figura 111	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	293	Figura 112	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	295	Figura 113	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	296	Figura 114	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 9	296	Figura 115	Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú
Módulo 10	297	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 10	300	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 11	301	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 10	304	Figura 3	Municipalidad de Lima
Módulo 10	305	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 10	314	Figura 5	Municipalidad de Lima
Módulo 10	315	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 10	321	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 10	321	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 10	323	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 10	324	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 10	329	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 10	330	Figura 12	Municipalidad de Lima
Módulo 10	331	Figura 13	Municipalidad de Lima
Módulo 10	332	Figura 14	Municipalidad de Lima
Módulo 10	334	Figura 15	Municipalidad de Lima
Módulo 10	337	Figura 16	Municipalidad de Lima
Módulo 11	343	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 11	350	Figura 1	Municipalidad de Lima

Módulo 11	351	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 11	351	Figura 3	Municipalidad de Lima
Módulo 11	352	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 11	356	Figura 5	Municipalidad de Lima
Módulo 11	358	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 11	359	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 11	360	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 11	361	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 11	363	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 11	364	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 11	365	Figura 12	Municipalidad de Lima
Módulo 11	366	Figura 13	Municipalidad de Lima
Módulo 11	366	Figura 14	Municipalidad de Lima
Módulo 11	367	Figura 15	Municipalidad de Lima
Módulo 11	368	Figura 16	Municipalidad de Lima
Módulo 11	369	Figura 17	Municipalidad de Lima
Módulo 11	370	Figura 18	Municipalidad de Lima
Módulo 12	375	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 12	378	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 12	385	Figura 2	Municipalidad de Lima
Módulo 12	389	Figura 3	Municipalidad de Lima
Módulo 12	390	Figura 4	Municipalidad de Lima
Módulo 12	391	Figura 5	Municipalidad de Lima
Módulo 12	393	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 12	396	Figura 7	Todo tulipanes
Módulo 12	397	Figura 8	Blogs El País
Módulo 12	398	Figura 9	Pau
Módulo 12	399	Figura 10	Guía de Jardín
Módulo 12	400	Figura 11	Grulla damisela
Módulo 12	401	Figura 12	Municipalidad de Lima
Módulo 13	403	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 13	422	Figura 1	Mendoza (2016)
Módulo 14	425	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 15	437	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 16	463	Portada	Municipalidad de Lima
Módulo 16	468	Figura 1	Municipalidad de Lima
Módulo 16	471	Figura 2	David Montero

Módulo 16	474	Figura 3	INIA - OPS Udelar, 2008
Módulo 16	475	Figura 4	UNA La Molina, 2002
Módulo 16	476	Figura 5	UNA La Molina, 2002
Módulo 16	477	Figura 6	Municipalidad de Lima
Módulo 16	477	Figura 7	Municipalidad de Lima
Módulo 16	480	Figura 8	Municipalidad de Lima
Módulo 16	484	Figura 9	Municipalidad de Lima
Módulo 16	486	Figura 10	Municipalidad de Lima
Módulo 16	491	Figura 11	Municipalidad de Lima
Módulo 16	492	Figura 12	HuertoGerrilla.com
Módulo 16	493	Figura 13	Municipalidad de Lima
Módulo 16	494	Figura 14	Agro Rural
Módulo 16	495	Figura 15	Municipalidad de Lima
Módulo 16	496	Figura 16	Jardinitis.com
Módulo 16	497	Figura 17	Municipalidad de Lima
Módulo 16	498	Figura 18	Municipalidad de Lima
Módulo 16	500	Figura 19	Municipalidad de Lima



MUNICIPALIDAD DE
LIMA



@MuniLima



@MuniLima



@munlima



Municipalidad de Lima



@tiktokmunlima